

I. INTRODUCCIÓN

1. Antecedentes.

1.1 La necesidad.

Actualmente, la demanda de leche es cada vez mayor, pero los costos convencionales de producción de leche son altos y esta situación limita el consumo. Dentro de los costos de producción de la leche, el rubro alimentación es el más importante, razón por la cual, cualquier reducción en el costo de los alimentos para la vaca lechera resultará en una apreciable reducción del costo total. Por otro lado, para la alimentación del ganado lechero se ocupa mucho espacio físico, lo que ejerce más presión sobre la frontera agrícola.

El forraje verde hidropónico (FVH) es una tecnología de producción de biomasa vegetal obtenida a partir del crecimiento inicial de las plantas en los estados de germinación y crecimiento temprano de plántulas a partir de semillas viables (FAO, 2001).

El FVH es un pienso o forraje vivo, de alta digestibilidad, calidad nutricional y muy apto para la alimentación animal, no solo de rumiantes, sino aún de monogástricos.

El FVH es biomasa vegetal de alta sanidad y calidad nutricional producido muy rápidamente (9 a 15 días), en cualquier época del año y en cualquier localidad geográfica, siempre y cuando se establezcan las condiciones mínimas necesarias para ello (FAO, 2001).

La alimentación de vacas lechera con FVH no solo que trae consigo un aumento de la producción de leche y grasa, como se lo ha demostrado en varios estudios (FAO, 2001), sino también que se logra un ahorro en el consumo de agua y una mayor eficiencia en la utilización del espacio físico. Con FVH también se han conseguido resultados favorables en animales de carne y terneros en crecimiento, ya que la ganancia diaria de peso ha sido incluso superior a la obtenida con alimento concentrado o con una mezcla de éste y FVH (FAO, 2001).

1.2 Situación actual.

Hasta el momento no existe mucha información registrada en el Ecuador sobre la producción de FVH. Sin embargo, por experiencia propia se conoce que muy pocas fincas se dedican a esta labor, aunque con buenos resultados. Un ejemplo de aquello es la finca la Pampa localizada en Penipe (SICA, 2007).

En otros países, como en Japón, Argentina, Inglaterra, EE.UU. y Holanda, hay muchos trabajos realizados en FVH y se dispone de tecnología para controlar todo el proceso de producción de forraje.

1.3 Disponibilidad de componentes tecnológicos.

Como se mencionó en párrafos anteriores, la producción de FVH consiste en la germinación de granos (semillas de cereales o leguminosas) y su posterior crecimiento bajo condiciones ambientales controladas (luz, temperatura y humedad) en ausencia de suelo. Dependiendo de las condiciones del clima, el proceso se lo puede hacer bajo techo, en túneles de plástico, invernaderos, galpones o hasta por métodos sofisticados conocidos como “fábricas de forraje” basados en estructuras automatizadas. La alternativa más afín a los propósitos del presente proyecto sería la producción bajo invernadero, ya que la mayoría de localidades en la Sierra ecuatoriana tienen promedios de temperaturas bajas.

El cultivo puede ser instalado en bandejas de plástico provenientes de envases descartables, estantes viejos de mueble forrados de plástico o bandejas de fibra de vidrio o de plástico. Lo más recomendable sería conseguirse bandejas de plástico de las que se emplean para servir alimentos, las cuales son baratas y fáciles de adquirir.

Para la aplicación del riego se podrían, asimismo, utilizar varias alternativas, como por ejemplo, microaspersores, nebulizadores y hasta pulverizadoras o bombas de mochila manuales. Para este proyecto se tiene previsto hacer uso de los nebulizadores, ya que es el medio más efectivo para proveer un riego equilibrado a las bandejas.

Las semillas más empleadas son las semillas de cereales como avena, cebada y maíz. Las experiencias en nuestro país sugieren que la cebada es la mejor opción por

tratarse de una semilla de fácil adquisición, barata y cuyos germinados son de buen tamaño y se los obtiene en menor tiempo que los de los otros cultivos.

2. Justificación.

La demanda de productos de alto valor nutritivo, como la leche, es cada vez mayor, tanto por el crecimiento demográfico como por el mejoramiento del nivel de vida de la población que implica un mayor poder adquisitivo. La leche es el mejor alimento, en especial para los niños, pero su alto costo de producción (\$0,27) es un factor que no estimula al productor y, por tanto, reduce las posibilidades de incrementar la oferta del producto y de ampliar su consumo. Al examinar la estructura del costo de producir leche se encuentra que el rubro alimentación es el más significativo. Según el SICA, con datos consignados por la Asociación de Ganaderos de la Sierra y Oriente (AGSO), el 57,23% del costo está representado por insumos, dentro de los cuales, la alimentación constituye el 24,69% del costo total. Por otro lado, hay que tomar en cuenta que algunos de los otros insumos de alguna manera están involucrados en la alimentación del ganado, lo cual corrobora la anterior apreciación, subraya la importancia de este rubro y pone de manifiesto la importancia de reducir el costo de la alimentación cuando el objetivo final es conseguir una disminución considerable del costo total de producir leche. Dicho en otras palabras, cualquier medida encaminada a reducir el costo de la alimentación de la vaca lechera tendrá un efecto determinante sobre el costo de producción de este alimento de primera necesidad y beneficiará tanto a productores como a consumidores. Con el método hidropónico se podría poner a disposición de los ganaderos un alimento de alta calidad que haría posible aumentar la producción de leche a menor costo y, de esta manera, aumentar la rentabilidad de la operación (SICA, 2007).

3. Objetivo final del proyecto.

Producir forrajes verdes a través del método hidropónico como suplemento alimenticio para el ganado lechero.

3.1 Objetivos específicos.

3.1.1 Técnica

Implementar una nueva tecnología para suplir y mejorar la alimentación del ganado vacuno.

Mejorar la producción de leche a partir del FVH como suplemento alimenticio para el ganado

3.1.2 Mercado

Cuantificar y analizar la oferta - demanda de la leche nacional y de los países andinos.

Analizar los parámetros de calidad, que el mercado exige en la leche, a partir de FVH como suplemento alimenticio para el ganado lechero.

3.1.3 Financiera

Estimar rentabilidad de la producción de forraje verde hidropónico para la alimentación de ganado vacuno lechero.

II. ESTUDIO MERCADO

1. Análisis de la oferta.

1.1 Producción a escala mundial.

La leche al ser un producto básico en la nutrición humana, tiene una gran demanda y producción mundial. En la tabla a continuación, se puede apreciar esta producción:

Tabla No 1: Producción mundial

Años	2000	2001	2002	2003	2004	2005	Porcentaje regional
Sudamérica	46.525	46.754	46.145	46.323	47.796	47.427	8%
Estados Unidos	75.115	75.025	75.025	78.155	80.150	85.475	14%
Canadá	8.200	8.170	8.100	7.880	8.100	8.000	1%
México	9.474	9.472	9.560	9.871	9.873	9.873	2%
África	18.699	18.518	18.701	20.687	21.517	21.242	3%
Asia	89.970	100.548	101.239	104.780	122.042	119.312	19%
Europa Occidental	126.365	126.253	126.830	126.966	126.402	125.742	20%
Australia	11.283	10.875	11.620	10.642	10.150	10.125	2%
Otros	96.846	99.786	101.922	102.081	102.031	101.016	16%
Producción Mundial	482.477	495.401	499.142	507.385	603.119	622.120	100%

Fuente: (SICA 2005)

Estados Unidos, al tener una política de seguridad alimentaria, es el país con mayor producción de leche a escala mundial. Por otro lado, Europa y Asia, también tienen una importante producción de leche, pero África (3%) tiene una menor producción comparada al resto de continentes. (Tabla No 1).

Gráfico No 1: Tendencia en la producción mundial de leche

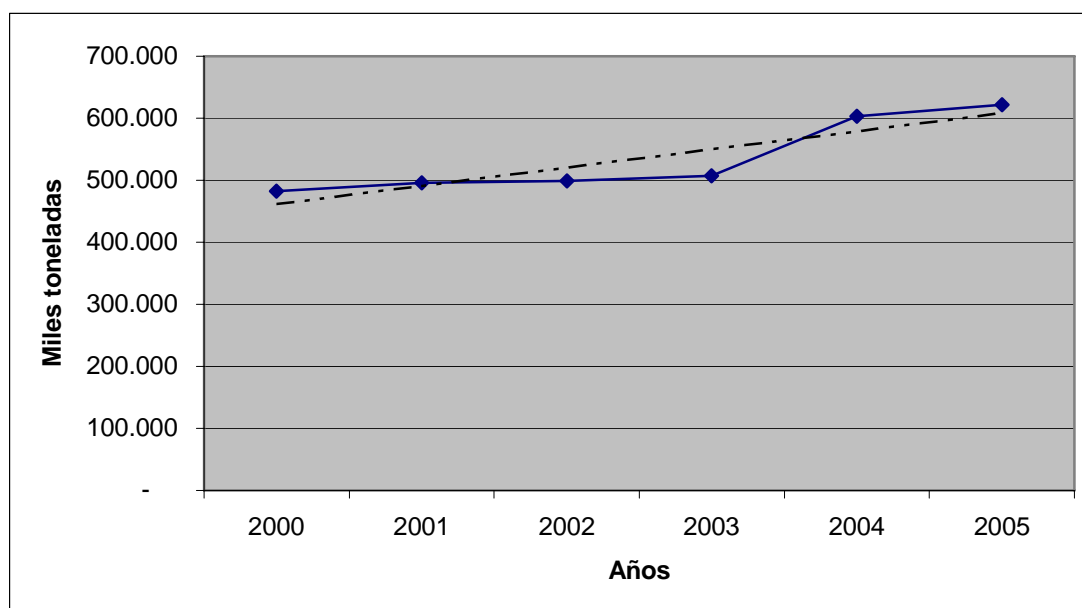
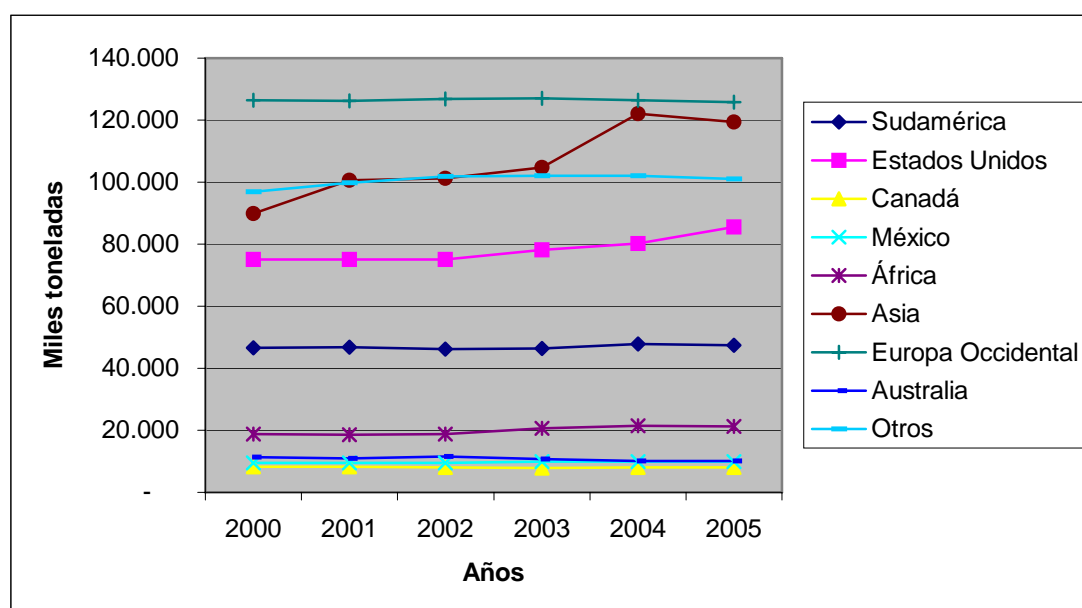


Gráfico No 2: Tendencia en la producción de leche entre países



En el mundo, existe una tendencia a incrementar la producción de leche (Gráfico No 1), aunque no ha habido mayores cambios en la producción en cada región; solamente Estados Unidos y Asia han tenido incrementos importantes en la producción (Gráfico No 2).

1.2 Producción nacional.

Según el INEC, en el 2005 la producción fue de 4.569.780 litros diarios de leche, de los cuales 73,50% se produjeron en la Sierra, 16,66% en la Costa y 9,84% en el Oriente, como se puede ilustrar en la Tabla No. 2. Las provincias más importantes en producción son Pichincha (17,59%), Azuay (10,73%) Manabí (8,89%), y Cotopaxi (8,43%) (INEC, 2002-2005). El proyecto se ubica en la cuarta provincia más productora del país, es decir en Cotopaxi.

1.2.1 Representación económica de la leche a escala nacional.

La ganadería de leche es una de las actividades del sector agropecuario de mayor importancia socio económicas, ya que constituye una fuente de ingresos estables para el sector rural. Alrededor del 12% de la población ecuatoriana depende de este producto (MAG, 2006).

Por otro lado, la producción de leche en el país contribuye a la seguridad alimentaria, porque este producto es de primera necesidad. Esto se refleja en el ahorro de \$500 millones anuales al no tener que importarlo (MAG, 2006).

Tabla No 2: Estadísticas nacionales en la producción regional de leche

	Producción litros diarios	Porcentaje (%)
Total Nacional	4.569.780	100,00
Sierra	3.358.920	73,50
Costa	761.302	16,66
Oriente	449.559	9,84
Sierra		
Azuay	490.253	10,73
Bolívar	142.670	3,12
Cañar	316.616	6,93
Carchi	301.075	6,59
Cotopaxi	385.398	8,43
Chimborazo	268.455	5,87
Imbabura	128.011	2,80
Loja	150.518	3,29
Pichincha	803.893	17,59
Tungurahua	372.029	8,14
Costa		
El Oro	64.456	1,41
Esmeraldas	85.946	1,88
Guayas	158.680	3,47
Los Ríos	46.064	1,01
Manabí	406.157	8,89
Oriente		
Nororiente	163.825	3,58
Centro-Suroriente	285.734	6,25

Fuente: (INEC 2005)

La producción promedio anual nacional es de 4,4 litros por vaca ordeñada. Sin embargo, existen provincias con mejores rendimientos como Carchi (7,1 litros por vaca) y Pichincha (6,9 litros por vaca). En las provincias de la Costa, el rendimiento es

bajo. Es así, como Manabí que a pesar de ser la tercera productora nacional, tiene un rendimiento solo de 2,6 litros por vaca al día (SICA, 2007).

Sin embargo, los rendimientos de vacas registradas en la Asociación Holstein Friesian del Ecuador señala que en una lactancia de 305 días, las vacas puras producen 6.391 kilos (~ 20,95 litros diarios) y las vacas mestizas en cambio producen 6.010 kilos (~ 19,70 litros diarios) (Yépez, 2007).

1.2.2 Destino de la producción nacional.

Según datos del Ministerio de Agricultura y Ganadería, en el 2000, entre un 25% y un 32% de la producción bruta se usa para la alimentación de terneros y aproximadamente 2% se pierde por diversas causas. Esto se ve reflejado en las importaciones de sustituto de leche para terneros, las cuales equivalen a un 3 por mil de la producción interna de leche.

En consecuencia, la leche cruda para consumo humano e industrial representa alrededor del 75% de la producción bruta. De este porcentaje, un 25% va para elaboración industrial (19% leche pasteurizada y 6% para elaborados lácteos), y el 75% restante va para consumo y utilización de leche cruda (39 % en consumo humano directo, 35% para industrias caseras de quesos frescos y 1% se comercializa en Colombia en la frontera) (SICA, 2007).

Sin embargo, en el año 2004 la producción de leche en el ámbito nacional se distribuyó en un 59,2% para la venta en líquido, 14,4% para el consumo en las unidades de producción, el 24,5% para el procesamiento en las mismas unidades de producción y 1,9% se destinó a otros fines (Castro, 2006).

1.2.3 Inconvenientes con la oferta de leche nacional.

1.2.3.1 ***Falta de acopio.***

Un problema que todavía no ha sido resuelto en el Ecuador es la falta de buenas vías de comunicación y centros de acopio para poder ofertar la producción lechera. La Asociación de Ganaderos de la Sierra y el Oriente (AGSO) sostiene que las pasteurizadoras no recogen más el 11% (502.675 litros diarios) de la producción

lechera del país porque muchas zonas carecen de suficientes centros de acopio. Se calcula que se necesitan por lo menos 190 centros de acopio para garantizar la oferta (Estrella, 2005). Por esta razón, la Asociación está interesada en instalar una red de tanques de frío y centros de acopio, con el objetivo de optimizar la calidad y la conservación de la producción, lograr independencia en la comercialización de la leche y mejorar los ingresos de los productores (Zary, 2003).

1.2.3.2 *Sobreoferta.*

Según la AGSO, existe un excedente de leche que se debe a tres factores:

- Altos costos que implica la industrialización de la leche en el Ecuador
- Importaciones de sustitutos lácteos.- Solo en el 2004, de acuerdo al Servicio de Rentas Internas (SRI), las entidades de salud habrían importado \$1,3 millones en sueros de leche, mientras que en 2005 la cifra se habría duplicado a \$2,5 millones (Orozco, 2006). Según la FAO, Ecuador en el 2004 importó \$3.090.000 dólares en leche (FAO, 2004). Y en el 2005, importó 1.383 toneladas, lo que significa 3,78 toneladas diarias de leche (FAO, 2004).
- Contrabando.- Según la AGSO, se estima que cada día ingresan al país, de manera ilegal, por la frontera norte entre 30 mil y 40 mil litros de leche (Orozco, 2006).

Los excedentes de leche van a la planta de leche en polvo de la AGSO (que produce 16 toneladas diarias) y a otras industrias. Pero, cada vez es más difícil colocar el producto en el mercado debido a los costos altos de producción. La solución más urgente sería la exportación (Orozco, 2006).

1.2.4 Productos y presentaciones de la leche para el consumidor.

La oferta puede ser de leche cruda sin pasteurización, aunque este producto ya no es muy demandado. La leche pasteurizada tiene una amplia gama de presentaciones (tetrapack, funda de plástico, botellas de plástico) e inclusive varias modificaciones como semidescremada, descremada, vitaminizada, deslactosada, y de sabores.

Entre los productos procesados se encuentra el queso, del cual existen muchas variedades, los yogures y otros productos como la leche en polvo, la ricota, etc.

De la leche, además, se puede extraer la grasa para la mantequilla o crema de leche.

2. Análisis de la demanda.

2.1 Consumo demográfico nacional.

La leche al ser un producto de consumo masivo y por estar incluido dentro de la canasta básica, está dirigida a toda la población ecuatoriana. Por otro lado, ésta puede tener otros productos procesados como el queso, el yogur o leche en polvo y estos a la vez en cada una de sus variedades.

Según la medición del INEC, la leche (pasteurizada homogenizada y la fresca cruda) es el primer producto alimenticio de consumo nacional, por sobre el pan, arroz, pollo, carnes de res y pescado (FAO, 2004). El 90% de los ecuatorianos consume leche, de acuerdo con un estudio de la investigadora de mercado Pulso Ecuador (Diario Castro, 2006).

Por otro lado, según datos de la UNICEF, el Ecuador tiene una tasa de crecimiento anual de la población (1990 – 2005) de 1,7% (UNICEF, 2005). Esto significa que existe una demanda creciente ya que la población está en continuo crecimiento. Sin embargo, el consumo per cápita de leche en Ecuador es la mitad de lo recomendado por la Organización Mundial de la Salud (OMS), puesto que se consume alrededor de 100 litros al año por persona, con una tasa de crecimiento de alrededor de dos por ciento anual (Castro, 2005). Es decir, el Ecuador con una población de alrededor 13 millones 228 mil, consume alrededor de 3.624.109 litros diarios de leche.

2.2 Demanda industrial.

Según el SICA, aunque estos deberían ser más actualizados, en el año 1998 se registraron 25 establecimientos para el procesamiento de leche con una capacidad instalada total de procesamiento de 504 millones de litros anuales. El 90% se encuentra

ubicado en la Sierra, principalmente en las provincias de Pichincha, Cotopaxi, Imbabura y Carchi. Sus rubros importantes son la producción de leche pasteurizada, quesos, crema de leche y otros derivados en menor proporción (SICA, 2007). No obstante, cabe mencionar que existen muchas industrias caseras para queso fresco que demandan gran parte de la producción nacional de leche.

2.2.1 Demanda de cada industria.

La Asociación de Industriales de Productos Lácteos del Ecuador (AIPLE) señala que el número de pasteurizadoras en el país está en aumento, “Hace 10 años no había más de 8 ó 10 marcas de leche pasteurizada y 2 ó 3 de leche de larga vida. Ahora hay 30 de leche pasteurizada y 12 de larga vida” (Sosa et al, 2005).

Actualmente muchas empresas han invertido en la ampliación de su capacidad industrial. Para ilustrar este fenómeno, la empresa peruana Gloria ha invertido en la empresa ecuatoriana Lechera Andina para aumentar su capacidad industrial. Lo mismo ha sucedido con Agrícola Ganadera Reysahiwal que ha implementado otra planta de procesamiento en Sangolquí, aparte de la que existe en Santo Domingo de los Colorados (Jumbo, 2006).

Otro ejemplo es la empresa Toni, que amplió su negocio del yogur y ahora vende leche de sabores y larga vida en funda. Así, ésta compra cada mes alrededor de 2 millones de litros (67.000 litros diarios), por un valor de 700.000 dólares.

La Pasteurizadora Quito, en cambio, modificó la tecnología de la funda normal a la de funda ‘tetrafino’, similar a la ‘tetrapack’, donde la leche se puede conservar hasta por seis meses. Esta empresa compró un promedio mensual de 12.972.787 de litros de leche (432.426 litros diarios) en el primer trimestre del 2004 y en la actualidad, está exportando a Centroamérica (Manuela et al, 2004).

Así mismo, Indulac, en Guayaquil ha invertido entre 6 y 8 millones de dólares en equipos que le permitirán incursionar en el mercado de leche de larga vida (Castro, 2006).

Tabla No 3: Producción diaria de leche de importantes industrias

Industria lácteas	Leche (miles litros)
Nestlé	300
Andina	110
Nutrileche	140-160
Reyleche	160-180
Pasteurizadora Quito	430
El Ranchito	80-100
Toni	67
Lácteos Tanicuchi	50
Ecuallac	30-40
La Finca	15

Fuente: (Anderson, 2007 y Sosa et al, 2005; Elaborado por Elena Piedra)

Entre las marcas registradas, Vitaleche, La Lechera (Nestlé), Indulac, Rey Leche y Nutrileche lideran las ventas, ya que éstas acaparan el 60% del mercado.

En un segundo grupo de empresas lecheras, con una captación del 15% de los consumidores, destacan las marcas Parmalat, La Pampa, Toni, Prolac, Pura Crema, Miraflores y Floralp (Castro, 2006).

2.3 Demanda según productos.

Según el Centro de la Industria Láctea, la leche en funda es el producto más desarrollado en el mercado de la industria lechera, ya que demanda el mayor porcentaje de la producción nacional: 700.000 litros diarios. Entre las principales industrias que expenden el producto en esta presentación se encuentran: Nestlé con 240.000 litros, Agrícola Ganadera Reysahiwal (AGR – Grupo Wong) con 150.000 litros, Pasteurizadora Quito con 115.000 litros y Lechera Andina con 70.000 litros

Cabe recalcar que el consumo y la producción de la leche en cartón también va en aumento en un 4% anual (CIL). Nestlé es la empresa con mayor producción diaria de 150.000 litros, luego le siguen Lácteos San Antonio (Cuenca) y la Pasteurizadora Quito (27.000 litros) (Jumbo, 2006).

Luego de la leche en funda y en cartón como principal producto están los quesos, la leche en polvo y el yogur.

2.4 Demanda del excedente y exportación

En los últimos años, los ganaderos se han organizado para usar el excedente de leche, el cual se convierte en leche en polvo en las procesadoras que posee la AGSO y las empresas transnacionales que existen en el país. Esto confiere estabilidad al sector ganadero, ya que parte de esa producción puede ser exportada. Otra parte se destina a los programas sociales de alimentación (desayuno escolar, papillas, galletas y coladas) para 1.425.000 niños y niñas en todo el país. Así se estimula la producción de leche en polvo de origen ecuatoriano y se evitan las importaciones de leche de dudosa procedencia y el egreso de divisas (Zary, 2003).

Como se mencionó anteriormente, este excedente puede ser exportado principalmente a los países vecinos. Según la FAO, en el 2005, el Ecuador exportó 78.000 toneladas de leche. A Perú se pretende vender leche en polvo y derivados, como quesos. Las primeras empresas lecheras que exportarán el producto serán Floralp y El Ordeño, según la carta que remitió el SESA al Ministerio de Agricultura y Ganadería (Boada, 2006). En cambio, para Venezuela se tiene previsto exportar leche en polvo para programas sociales del Estado (Villanueva, 2006). El expresidente del Ecuador, Alfredo Palacio, también gestionó con México la exportación de leche en polvo a la firma del PROCAN (Murillo, 2006)

A pesar de que se habla de un excedente de leche, al presente la AGSO y el actual ministro de Agricultura, Carlos Vallejo, promueven incrementar la producción diaria de leche en 300 mil litros adicionales, para que se los comercialice en Perú y Venezuela (Herrera, 2007). Esto se debe a que actualmente, se exportan cerca de 500 toneladas (4,1 millones de litros) de leche en polvo y en cartón larga vida a la empresa lechera peruana Gloria. Esto representará para el país cerca de \$1, 4 millones (Murillo, 2006).

Cabe recalcar que se debe aprovechar la ubicación geográfica del Ecuador para redistribuir excedentes a toda la región andina, llevando leche a países que son deficitarios, como Perú, Venezuela y Bolivia (Centro Peruano de Estudios Sociales,

2003). De acuerdo a la FAO, Ecuador en el 2005 exportó 78.000 toneladas de leche (FAO, 2007).

Tabla No 4: Datos estadísticos de la leche en los países vecinos, 2005

Países	Producción (miles ton)	Exportación (miles ton)	Importación (miles ton)	Consumo (miles ton)
Bolivia	274.59	22.82	22.77	270.22
Colombia	6,770.00	163.67	64.84	5,479.03
Perú	1,350.71	85.40	189.56	1,355.46
Venezuela	1,347.66	4.88	509.04	1,545.87

Fuente: (FAO 2005)

Venezuela y Perú son los países donde la producción nacional de leche no satisface la demanda de su población (Tabla No. 4). Entonces, si existe la factibilidad de exportar la leche ecuatoriana hacia estos países.

3. Análisis de precios.

3.1 Precios productores.

Es importante mencionar que la leche es el quinto producto después del banano, caña de azúcar, maíz y soya, que tiene un precio de sustentación (MAG, 2006).

En el Ecuador, el precio del litro de leche al ganadero puede llegar hasta \$0,32 debido a que en algunas regiones el costo de producción sube; por falta de pastizales (Estrella, 2005). Pero el precio promedio para el productor ganadero es de \$0,27 por litro de leche.

Sin embargo, la Federación Panamericana de lechería (Fepale) señala que los precios de litro de leche en el Ecuador son similares a los de Panamá, dónde el productor recibe \$0,27. En El Salvador el litro está en \$0,26; en Perú a \$0,26 y en Honduras a \$0,29; mientras que los precios más bajos del continente los tienen Uruguay, con \$0,15; Argentina, con \$0,16; Brasil, con \$0,18 y Chile, con \$0,20 (Estrella, 2005).

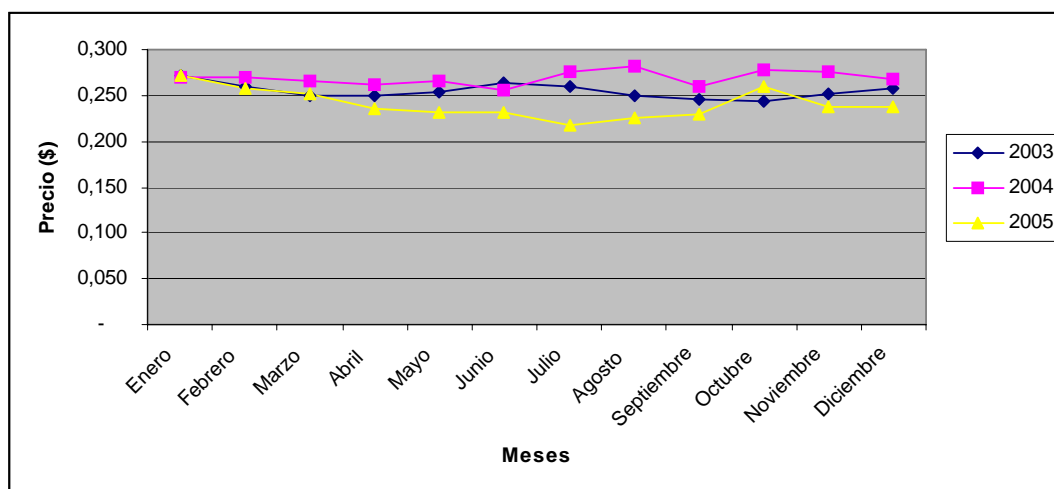
Por otro lado, los precios pagados al productor en el Ecuador varían ligeramente a lo largo del año. Normalmente, se dice que los precios bajan en vacaciones de la Sierra, debido a que los niños ya no van a la escuela (Tabla No. 5 y Gráfico No. 3) aunque, en el Gráfico No. 3, se puede observar que esto sucedió solo en el 2005.

Tabla No 5: Precios de leche cruda pagados en feria al productor durante el año (2003 – 2005)

	2003	2004	2005
Enero	0,271	0,271	0,271
Febrero	0,259	0,269	0,257
Marzo	0,249	0,266	0,252
Abril	0,250	0,263	0,236
Mayo	0,254	0,267	0,232
Junio	0,263	0,255	0,231
Julio	0,260	0,276	0,217
Agosto	0,250	0,281	0,226
Septiembre	0,246	0,261	0,229
Octubre	0,243	0,278	0,259
Noviembre	0,251	0,275	0,238
Diciembre	0,258	0,269	0,237
Promedio	0,255	0,269	0,240

Fuente: (SICA 2005)

Gráfico No 3: Tendencia del precio de la leche pagada al productor según la estación durante el año (2003 - 2005)



3.2 Precios a los consumidores.

En todos los años, el precio de los productos lácteos ha ido aumentando (Tabla No. 6). Actualmente, el precio de la leche de funda oscila entre \$0,55 y \$0,65, mientras que el precio de la leche de cartón está entre \$0,70 y \$1,00. El aumento fue explicado en razón del incremento de los costos de producción debido a la elevación del precio del barril de petróleo en el mercado mundial. Sin embargo, el precio al productor no ha aumentado (Sosa et al, 2005).

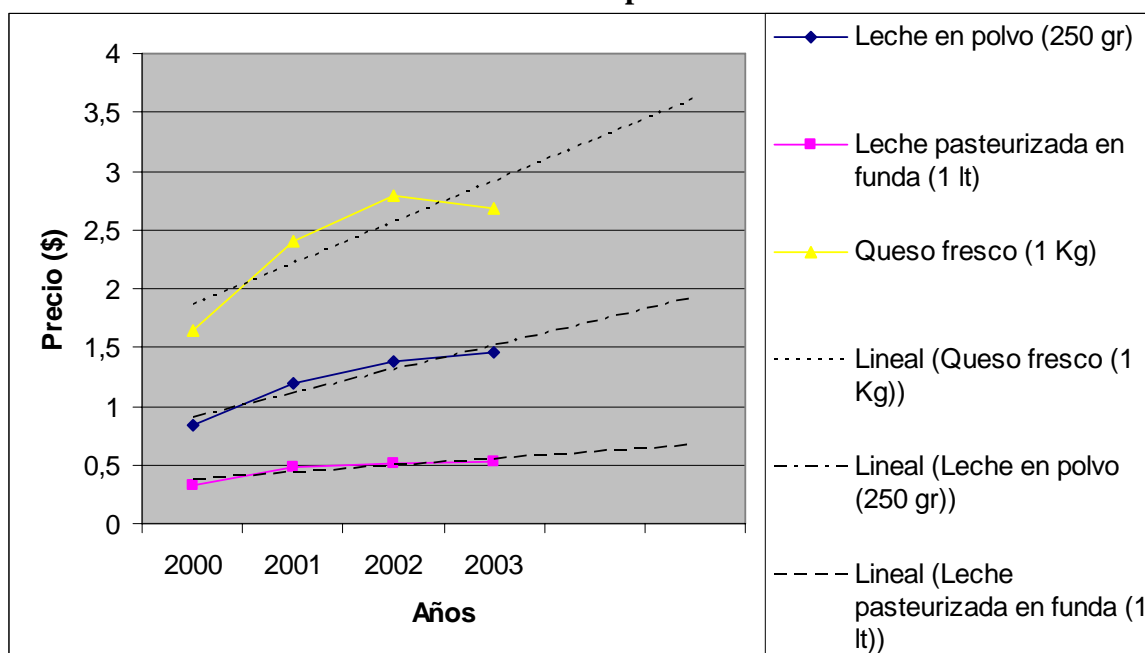
Tabla No 6: Precios al consumidor de algunos productos lácteos

Productos	2000	2001	2002	2003
Leche en Polvo (250 gr)	0,83	1,19	1,38	1,45
Leche Pasteurizada en Funda (1 lt)	0,33	0,48	0,51	0,52
Queso Fresco (1 Kg)	1,64	2,41	2,79	2,68

Fuente: (SICA 2005)

Los precios de los tres productos lácteos tienen una marcada tendencia a aumentar a medida que pasan los años (Gráfico No. 4). Sin embargo, el precio pagado al productor no tiene esta ventaja ya que en realidad no tiene un incremento significativo (Tabla No. 5).

Gráfico No 4: Tendencia precios consumidor



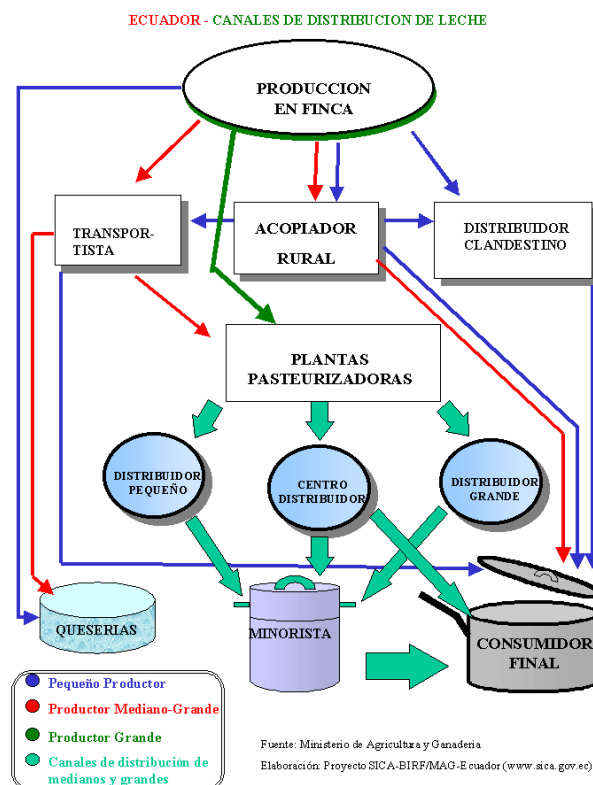
Fuente: (SICA, 2003, Elaborado por Elena Piedra)

4. Sistema de comercialización.

4.1 Canales de distribución de leche.

La leche es un producto muy dinámico en su comercialización ya que existen diferentes rutas y agentes para que esta llegue a su consumidor final, en los diferentes productos en los que se la puede industrializar. En el siguiente gráfico se observan todos los canales posibles en su distribución (Gráfico 5):

Gráfico No 5: Canales de distribución



4.2 Calidad.

4.2.1 Producción de grasa.

Al alimentar al ganado lechero con forrajes verdes hidropónicos existe un incremento en la producción de leche y de igual manera un incremento en la producción de grasa (FAO, 2001). Este último parámetro de calidad es atractivo para la industria ya que permite producir derivados o tener excelentes productos.

4.2.2 Contenido de células somáticas y bacterianas.

El contenido de células somáticas de la leche está muy relacionado con la mastitis, que es una enfermedad infecciosa, presente en todos los rebaños lecheros. Y vacas con mastitis contribuyen a aumentar notablemente los tenores de colonias bacterianas de la leche, al mezclar su leche con la de vacas sanas (Hazard, 1997).

La leche es un compuesto anfotérico, es decir que actúa como ácido y una base a la vez. El pH varía entre 6,5% y 6,7% (Llangari, 1991).

Se ha encontrado que al alimentar al ganado lechero con forraje verde hidropónico (FVH), se disminuye la incidencia de mastitis (Carballido, 2005). Por lo tanto, la leche a partir de FVH tendrá un menor contenido de células somáticas y bacterianas, lo que incrementa los márgenes de calidad para la industria láctea.

4.3 Precio.

Al obtener mayor producción de leche por medio de los forrajes verdes hidropónicos los costos de operación disminuirán y harán que el ganadero se vuelva más competitivo y rentable en el mercado¹. Muchas industrias calculan el precio a pagar dependiendo de la calidad de leche que se entregue (producción de grasa y grado de acidez). Al mejorar la alimentación del ganado e incrementar la producción de leche y de grasa, el ganadero está en posibilidad de obtener un mejor precio por su producto y de esta forma, de elevar sus ingresos y mejorar la rentabilidad.

El precio de la leche ha subido por lo que su producción se vuelve más atractiva.

4.4 Promoción

El proyecto se sitúa en Cotopaxi, una de las provincias donde existen muchas industrias lácteas que demandan leche, lo que permite que el producto sea fácil de vender y que se reduzcan sus costos de entrega.

¹ Costo de un kilo de FVH = USD 0,04; Costo de un kilo de balanceado = USD 0,35. Ver Anexo 10.

III. ESTUDIO TÉCNICO

1. Tamaño del proyecto.

El proyecto se desarrollará en la finca Casa Blanca, la cual tiene 20 hectáreas. De esta área, una hectárea sería destinada para establos, casa de la finca, caminos propios y el invernadero para la producción de FVH. El resto de la superficie sería usada para pastizales, donde cada hectárea tiene una capacidad de carga de 3 unidades bovinas adultas, lo que significa que se puede mantener un total de 51 vacas para el rejo. Según la Asociación Holstein-Friesian, el rendimiento promedio por vaca mestiza es de 19,7 litros diarios (6.010 kilos por lactancia) en un total de 305 días de lactancia normal por año y con una fertilidad de 0,8 crías por año (Yépez, 2007).

El proyecto consistirá en únicamente producir leche. Por tal razón, no se mantendrán las crías nacidas y estas serán destinadas para el mercado de carne. El rejo sería reemplazado al cabo de 5 partos por vaconas preñadas próximas para a producir leche.

Se producirá el forraje verde hidropónico (FVH) como un suplemento alimenticio para el ganado lechero, en un promedio de dosis de 15 kilos diarios por animal al año, y el FVH tendría un rendimiento de 15 kilos por metro cuadrado en estructuras de soporte de 4 pisos en un invernadero de 200 metros cuadrados. Ver Anexo 12 para que se pueda entender las raciones por meses.

Fotografía No 1: Finca Casa Blanca

2. Localización geográfica.

El proyecto estaría situado en la provincia de Cotopaxi, la cual tiene una superficie de 6.048 kilómetros cuadrados con 310.000 habitantes aproximadamente.

Fuente Foto: Google Earth, 2007



La provincia tiene siete cantones: Latacunga (capital), La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí, Sigchos.

La Finca Casa Blanca se encuentra localizada geográficamente en los 00°47'25" Latitud Sur y 78°36'55" Longitud Oeste. Altitud 2.936 m.s.n.m. El predio pertenece a la parroquia Tanicuchi del cantón Saquisilí.

La entrada al predio se encuentra en la carretera Panamericana, frente al desvío a Mulaló, por lo que tiene un fácil acceso para la entrega de leche.

3. Aspectos Generales.

3.1 Clima.

Según los datos registrados del INAMHI, esta zona se caracteriza por tener un clima frío, con precipitaciones anuales promedio de 625,4 milímetros siendo los meses más lluviosos de marzo a mayo y de octubre a diciembre, con un período seco que va de julio a septiembre. La temperatura anual es de 14° C, siendo las máximas promedios 23,6° C y la mínima promedio de 4,4° C. (INAMHI, 2006)

Por la finca pasan tres canales de riego, siendo el principal el canal Tapia. Estos canales tienen constantemente muy buen caudal durante todo el año, lo que significa que durante la época seca; se dispondría de agua para regar los pastizales; y el riego en el invernadero.

3.2 Manejo suelos.

En general, los suelos del predio son arcillosos y se los ha usado para pastizales de ganado lechero. Estos pastizales han consistido en una rotación de alfalfa, cebada, avena y vicia.

Para el proyecto, se tiene previsto sembrar potreros que consten de 70% de gramíneas y 30% de leguminosas, con una composición de 35% de Ryegrass, 35% de Pasto azul y el 30% de Trébol Blanco. Estos potreros estarán listos como para alimento para el ganado cada 45 días (período de rebrote) y serán renovados cada tres años. En este lapso serán fertilizados con una frecuencia de 90 días, de acuerdo a los resultados de análisis de suelos.

4. Métodos y factores para producir FVH.

4.1 Fisiología de la producción FVH.

Existen transformaciones, tanto cualitativas como cuantitativas, durante el proceso de germinación, ya que el embrión sale de un estado latente, provocando la ruptura de los tegumentos seminales y a partir de un almacén de energía, es capaz de transformarse en pocos días en una plántula con capacidad para captar energía del sol y absorber elementos minerales del agua. En este proceso se pueden diferenciar tres etapas:

4.1.1 Absorción del agua.

En esta etapa la semilla reanuda el metabolismo al tener condiciones aptas de humedad y temperatura. Con estas condiciones, la semilla aumenta de volumen por la absorción del agua, el embrión se hincha, se reblandecen las cubiertas protectoras y las reservas alimenticias se comienzan a usar para que el embrión se desarrolle (Calderón, 1992). El primer órgano que aparece fuera del grano es la primera raicilla seminal, que sale por la parte basal del mismo, y luego van saliendo las siguientes (Molina, 1989).

4.1.2 Movilización de nutrientes

Los cotiledones se van reduciendo mientras la nueva planta consume sus reservas, ya que se descompone mediante la respiración y se usa en el desarrollo de nuevas estructuras. Las reservas de alimento guardados en los cotiledones, por lo general, son suficientes, para sostener el crecimiento de la plántula hasta cuando esta pueda empezar a fabricar su propio alimento (Calderón, 1992).

4.1.3 Crecimiento y diferenciación

Durante esta etapa ocurre la síntesis del material vegetal conocida como biomasa producida en un área determinada. Este crecimiento incluye cambios en la forma, altura, área foliar y peso. La diferenciación, significa que la planta empieza a fabricar su propio alimento mediante la fotosíntesis (Calderón, 1992). El tiempo que pasa desde la siembra hasta la emergencia de la primera hoja depende de la

temperatura, humedad y del vigor de la semilla. Cuanto más elevada sea la temperatura, más rápida será la emergencia de las hojas (Molina, 1989).

4.2 Factores que influyen en la producción.

4.2.1 Calidad de semilla.

Se debe usar semilla de buena calidad, la cual tiene que estar libre de basuras y de plagas o enfermedades para evitar transmisiones, no tener semillas partidas y no haber estado expuestas a insecticidas o fungicidas. La humedad aceptable sería del 12% (Gallegos, 2004); y, fisiológicamente, que tenga un porcentaje de germinación mínimo de 75% (FAO, 2001).

Una forma fácil de verificar lo anterior es obtener muestras de las semillas y colocarlas en un balde de agua. Si el 95% de las semillas no flota significa que son semillas de buena calidad. Si más del 50% de éstas flota, se las debe descartar pues no tendrán una buena germinación (Carballido, 2005).

4.2.2 Densidad.

Según el Manual Técnico de Forraje Verde Hidropónico de la FAO, se recomienda que la dosis de siembra oscile entre los 2,2 kilos a 3,4 kilos por cada metro cuadrado tratando que la siembra sea uniforme y no supere los 1,5 centímetros de altura en la bandeja (FAO, 2001).

Sin embargo, otras referencias aconsejan densidades específicas para cada especie de semilla, tal como las que se muestran a continuación:

Tabla No 7: Densidad de siembra por especie

Semilla	Densidad	Profundidad
Cebada	2 kg/m ²	2 cm
Maíz	4 kg/m ²	3 – 4 cm
Sorgo	2,5 kg/m ²	1,5 cm

Fuente: (Calderón, 1992)

4.2.3 Iluminación.

La radiación solar es muy importante para el proceso de fotosíntesis; porque provoca el crecimiento vegetal y la síntesis de otros compuestos como las vitaminas que son de vital importancia para la alimentación del animal. Las semillas deben estar expuestas a la luz luego de la germinación, es decir a partir del tercer día después de la siembra en las bandejas (FAO, 2001).

La luz no debe ser excesiva, ya que puede ocasionar quemazón en las plantas, especialmente en las bandejas superiores; por lo que se recomienda poner un zarán en caso de que fuese necesario (Calderón, 1992).

La intensidad y la duración del día o fotoperíodo influyen en el desarrollo vegetativo (Calderón, 1992), razón por la cual se sugiere que las instalaciones estén orientadas de este a oeste para un mejor aprovechamiento (FAO, 2001).

4.2.4 Temperatura.

Un correcto manejo de este factor influye en una buena producción de forraje. Según el manual de la FAO (FAO, 2001), el rango óptimo para el proceso está entre los 18° C y 26°C. Sin embargo en cultivos hidropónicos, recomiendan tener una temperatura de 20°C lo más constante posible. Pero, lo más importante a tener en cuenta es que un exceso de temperatura puede ocasionar crecimiento de hongos, mientras que temperaturas bajas retardan el crecimiento del forraje (Calderón, 1992)

Para evitar las altas temperaturas se recomienda sobretodo una buena ventilación, que se la puede regular con las cortinas del invernadero. Si esto no es suficiente, se aconseja usar mallas de sombra y en casos extremos, la instalación de ventiladores o aspersores en el techo (FAO, 2001 y Endara, 2007). Para el caso de temperaturas muy bajas se puede cerrar la cercha del invernadero o en casos de urgencia se puede usar calefacción (FAO, 2001 y Endara, 2007), lo que aumenta los costos de producción

Por experiencia propia, las bajas temperaturas no representan mucho problema a lo que puede representar el exceso de temperatura y la proliferación de hongos.

4.2.5 Humedad Relativa.

Este factor también es muy importante en el desarrollo del forraje hidropónico. Este no debe ser menor al 90% y se consigue aumentando la frecuencia de los riegos y reduciendo la evapotranspiración de las plantas (Calderón, 1992). No obstante, porcentajes mayores al 90% requieren de una buena aireación para evitar problemas fitosanitarios, especialmente a lo que se refiere a los hongos.

En cambio, porcentajes menores a lo recomendado provocarán desecación del ambiente y disminución significativa de la producción por deshidratación.

El factor temperatura actúa conjuntamente con el factor humedad relativa. Una alta humedad relativa cercana al 100% y una elevada de temperatura, con mal drenaje y mala aireación puede resultar en la proliferación de hongos. Un ataque de estos microorganismos puede dañar toda la producción y acabar con el alimento de los animales (FAO, 2001).

En consecuencia, uno de los requisitos para una excelente producción de FVH es la afinidad entre el porcentaje de humedad relativa y la temperatura óptima de producción, de allí la necesidad de mantener estos factores bajo control empleando dos herramientas que son: un termómetro de máxima y mínima y un higrómetro de máxima y mínima.

4.2.6 Calidad del agua de riego.

El agua afecta directamente en el crecimiento de las plantas, ya que interviene en los procesos fisiológicos internos (Calderón, 1992).

El agua debe ser potable para evitar problemas fitosanitarios y nutricionales con la producción de FVH. Es aconsejable hacer un análisis químico y microbiológico para establecer (Anexo 1 y 2):

- Contenido de sales y elementos fitotóxicos (sodio, cloro y boro), conductividad eléctrica, que debería estar entre 1,5 a 2,0 mS/cm
- Contenido de microorganismos patógenos
- Concentración de metales pesados

- Concentración de nutrientes y compuestos orgánicos.
- pH (el cual debe estar entre 5,2 y 7,0) (FAO, 2001).

Para evitar obturaciones en los goteros de los nebulizadores, se debe clorar y poner un filtro. La recomendación es una aplicación de un miligramo por litro de cloro residual conjuntamente con un filtro de 80 mesh² (diámetro de los poros de 120 micras).

4.3 Instalaciones.

4.3.1 Invernadero.

El invernadero se construirá de acuerdo a la cantidad de FVH que se quiera producir. Por lo tanto, el tamaño del invernadero dependerá del nivel de producción esperada. Por ejemplo, para producir 1000 kilogramos por día tiene la capacidad del invernadero debe ser 27,87 metros cuadrados. Esto significa que si se producen 365.000 kilogramos por año por el método convencional, la superficie requerida sería de 10,12 hectáreas (Hydro Fodder Farm, 2006).

Se recomienda que el invernadero se encuentre cercano al establo para un manejo eficiente en la alimentación del ganado y en la supervisión constante de la producción de forraje. La ubicación dependerá también del suministro de agua y de luz.

El suelo no debe tener encharcamientos para evitar la proliferación de hongos y enfermedades. Esto se lo puede solucionar al tener un buen drenaje o que el piso sea de concreto (Calderón, 1992).

Fotografía No 2: Invernadero



Las características del invernadero dependerán del clima del lugar en donde se desarrolle el proyecto.

Fuente foto: Gallegos, 2004

² Es la cantidad de hilos del filtro por pulgada, por ejemplo: 50 mesh tiene en el entramado de la malla 50 hilos por pulgada tanto vertical como horizontal. Es decir cuanto más alto es el número de mesh más fina es la trama y filtrará partículas menores.

En caso de climas cálidos, es posible que solo se necesite una cubierta en lo alto y no paredes laterales o que estas últimas sean cerradas parcialmente (Calderón, 1992) En cambio, para los climas fríos, por experiencia propia, se necesitan cubiertas que sean herméticas para la noche y para el día, dependiendo del desarrollo de la temperatura, dar apertura a las cortinas pero evitar excesos de calor.

Aunque se diga que el invernadero es la instalación principal, existen recintos industriales en desuso, como antiguos criaderos de pollos o galpones vacíos, que también podrían servir de inmuebles de producción de FVH (FAO, 2001).

4.3.2 Estructura de soporte.

Corresponde a la estructura que mantiene las bandejas donde se va a producir el forraje. Esta puede ser construida de madera, metal o PVC, dependiendo del costo y tiempo de utilidad que se desea obtener la elección del material.

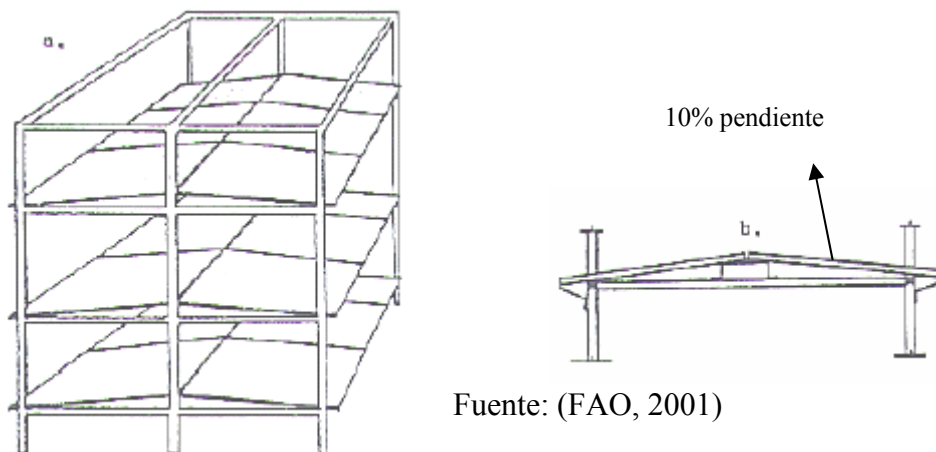
Fotografía No 3 Estructura de soporte



Fuente foto: Elena Piedra, 2006

Se aconseja que la altura o número de niveles de la estantería sea de 3 o 4 niveles para facilitar el manejo de los obreros; aunque, hay experiencias donde se han construido estructuras de 7 niveles (FAO, 2001) El primer nivel debe conservar una distancia de 30 centímetros del suelo y todos los niveles presenten una pendiente de 10% para el drenaje del agua de riego (Calderón, 1992). Pendientes mayores no permitirán que las raíces absorban el agua suficiente y pendientes menores provocarán encharcamientos. Las medidas de los módulos dependerán del área de las bandejas que se consigan.

Fotografía No 4: Estructura de soporte 2



Fuente: (FAO, 2001)

4.3.3 Bandejas.

Las bandejas son los recipientes donde se colocará la semilla para la producción de FVH. Estas pueden ser de diferentes materiales como lámina galvanizada, fibra de vidrio, madera cubierta de polietileno o de plástico (Calderón, 1992). Esta última es la más usada debido al costo conveniente y vida útil. El área de las bandejas dependerá de cómo se desea trabajar, pero su profundidad deberá ser de 2 a 5 centímetros (Calderón, 1992).

Fotografía No 5: Bandeja



Fuente foto: Elena Piedra, 2006

Las bandejas, además, deben tener perforaciones en la parte inferior ya que por ahí drenará el agua de riego.

4.3.4 Sistema de riego.

El sistema de riego dependerá principalmente del porcentaje de humedad relativa que necesita la producción de FVH, es decir del 90%, y también del costo y materiales disponibles para el proyecto. Sin embargo, la experiencia dice que un promedio de producción de 1200 kilogramos de FVH por día consume solo 800 a 1.000 litros de agua (Gallegos, 2004). Según otra experiencia, Hydro Fodder Farm se

requiere de 2 a 3 litros de agua para producir 1 kilogramo de forraje, lo que en métodos convencionales la misma cantidad requeriría un promedio de 80 litros de agua (Hydro Fodder Farm, 2006). Existen varios métodos de riego: por gravedad, por microaspersión y por nebulización.

- **Por gravedad:** Este tipo de riego Consiste en poner una tubería perforada en la parte superior del último nivel, por donde saldrá el agua de riego que drenará las bandejas superiores e irá drenando a las bandejas inferiores (Calderón, 1992). Este método no es muy recomendable, porque puede causar excesos de agua que provocan asfixia radicular, ataque de hongos y pudriciones (FAO, 2001).
- **Por microaspersión:** Se necesita una línea de tubería por cada nivel. Esta se coloca a cierta altura de las bandejas, normalmente en la parte inferior del nivel superior, y de allí salen microaspersores que asperjan el agua sobre el forraje.

Fotografía No 6: Riego



- **Por nebulización:** Es una variante de la microaspersión, en donde el tamaño de la gota es más pequeña y no ocasiona ningún daño a la semilla. Además aumenta la humedad relativa, regula la temperatura y oxigena las raíces (Calderón, 1992).

Fuente foto: Gallegos, 2004

El volumen de riego estará acorde a los requerimientos del cultivo y a las condiciones ambientales de la producción de FVH. Las cantidades de riego en un día deben ser divididas en varias aplicaciones, normalmente en períodos de 2 a 4 horas (Calderón, 1992) y no tener una duración mayor a 2 minutos (FAO, 2001).

Los elementos necesarios para el sistema de riego son los siguientes:

- Tanque, cuyo tamaño depende de la capacidad de producción. Un dato importante es que se necesitan 2 litros de agua para producir un kilogramo de forraje.
- Motobomba, ésta debe estar de acuerdo a la capacidad (litros/hora), potencia requerida (HP), conexión eléctrica disponible, etc.
- Tuberías y mangueras. El diámetro depende del caudal y la longitud del tramo a regar.
- Aspersores. El número necesario dependerá del diámetro de mojado al cultivo.
- Filtro, para evitar que haya obturaciones en los goteros.
- Equipos de control. Existen temporizadores que se pueden programar para los períodos y tiempos de riego.

4.4 Método de producción (Anexo 5)

El proceso de producción tiene una duración de 13 días y sigue la secuencia que se ilustra a continuación (Ramírez, 2005):

<u>Fecha</u>	<u>Actividad</u>	<u>Esperado</u>	<u>Observaciones</u>
Día 1 Remojo	Limpiar el grano separando basura y granos quebrados. Lavar la semilla con agua e ir cambiándola hasta que quede el agua transparente. Luego desinfectar agregando cloro al agua por 20 minutos y luego volver a poner el grano en agua limpia por 24 horas	Que sólo queden para germinar semillas con vigor.	A veces el comerciante mezcla semilla nueva y vieja y esto provoca fallas en la germinación.
Días 2 - 3 Reposo	A las 24 horas de estar en remojo, se saca toda el agua y se deja en el balde tapado en reposo, por 48 horas	Que la semilla esté saturada de agua y que emerjan las raíces	Si el balde donde está el grano en reposo tiene acumulación de agua, esa parte no germinará.
Día 4 Siembra	A las 48 horas de reposo "sembrar" en las bandejas	Germinación de un 96% de los granos.	Las raíces tendrán una longitud de uno a tres centímetros.

Día 5 Desarrollo de la raíz	Vigilar su desarrollo. Regar cada 2 horas hasta las 6 de la tarde	Desarrollo de las raíces.	Se riega con nebulizadores hasta que escurre el agua. .
Día 6 Las primeras hojas	Regar cada 2 horas hasta las 6 de la tarde	Desarrollo de raíces.	Empiezan a salir las primeras hojas; se retiene más agua.
Día 7 Los granos tienen hojas	Regar cada 2 horas hasta las 6 de la tarde	Las hojas cubren las raíces.	Se retiene más agua y se ocupan menos riegos.
Día 8 Crecimiento	Regar cada 2 horas hasta las 6 de la tarde	No dejar que las plantitas se deshidraten	Ya se nota el tapete verde.
Día 9 - 12 Desarrollo	Regar cada 2 horas hasta las 6 de la tarde	No dejar que las plantitas se deshidraten	Aumenta el forraje
Día 13 Desarrollo	Cosechar el forraje de las bandejas		El forraje tiene una altura de 20-30cm

5. Utilización de FVH en ganado lechero.

Para entender mejor las ventajas que representa el forraje hidropónico como alimento para el ganado lechero, hay que exponer las características nutricionales del primero y los requerimientos alimenticios del ganado vacuno. Seguido, se presentan las experiencias en materia.

5.1 Composición nutricional de FVH.

El forraje verde hidropónico tiene una variedad de nutrientes; para probar esto en Francia se realizó un análisis completo de una mezcla de 50% de cebada y de 50% de avena después de 8 días de desarrollo. Se obtuvieron los siguientes resultados:

Tabla No 8 Composición de elementos de los tejidos

COMPOSICIÓN (porcentaje)	Materia fresca	Materia seca
Hemicelulosa	3,56	22
Celulosa verdadera	3,01	18,6
Lignina	0,3	1,88
Glúcidos solubles totales	2,11	13,05
Almidón	3,1	19,18
Maltosa	0,96	5,94
Glucosa	0,76	4,7
Azúcares no reductores expres. en sacarosa	Trazas	Trazas
Taninos	0,041	0,254
Nitrógeno básico volátil	0,004	0,025
Proteínas solubles:		
* Medio péptico HCl	1,99	12,31=>80,1%
* En saliva artificial	2,08	12,87=>83,5%
* En agua	0,99	6,13=>INAM HI, 2004,8%

Fuente: (Hidroforraje, 2004)

Tabla No 9: Composición de elementos minerales

COMPOSICION (mg/kg)	Materia fresca	Materia seca
Hierro	11,7	72,2
Cobre	1,35	8,4
Zinc	4,98	30,8
Cobalto	0,0468	0,29
Manganeso	3,91	24,2
Nitratos	64,3	398
Nitritos	No Contiene	No Contiene
Sulfatos	100	620

Fuente: (Hidroforraje, 2004, Elaborado por Elena Piedra)

Tabla No 10: Composición de vitaminas

COMPOSICION (mg/kg)	Materia fresca	Materia seca
Beta-caroteno(Pro vitamina A)	0,44	2,72
Xantofilas	4,2	26
Vitamina A	0,3	1,86
En U.I.	1000	6188
Vitamina E	3,77	33,3
Vitamina D	Trazas	Trazas
Vitamina B1	1,5	9,3
Vitamina B2	2,05	12,7
Vitamina B6	1,76	10,9
Vitamina B12	0,0011	0,007
pp	6	37,1
Ácido pantoténico	2,94	18,2
Ácido fólico	0,21	1,3
Biotina	0,04	0,25
Vitamina C	48	299
Colina	309	1912
Betaina	457	2828
Inositol libre	113	700

Fuente: (Hidroforraje, 2004, Elaborado por Elena Piedra)

Tabla No 11: Composición de aminoácidos en gramos por 100 gramos de producto

AMINOACIDOS por 16g. de Nitrógeno	Materia fresca	Materia seca
Ácido aspártico	0,25	10,04
Treonina	0,084	3,39
Serina	0,095	3,82
Ácido glutámico	0,314	12,62
Prolina	0,104	4,17
Glicina	0,112	4,52
Alanina	0,124	4,98
Valina	0,118	4,74
Cistina	0,048	1,9
Metionina	0,036	1,45
Isoleucina	0,094	3,77
Leucina	0,133	5,35
Tirosina	0,059	2,39
Fenilamina	0,094	3,77
Lisina	0,091	3,68
Histidina	0,043	1,73
Arginina	0,11	4,42
Triptofano	0,026	1,04

AMINOACIDOS LIBRES constituyen el 14,1% de los ácidos totales.	Materia fresca	Materia seca
Ácido aspártico	0,055	2,21
Treonina	0,011	0,44
Serina	0,03	1,21
Ácido glutámico	0,0038	0,35
Prolina	0,0153	0,61
Glicina	0,006	0,24
Alanina	0,026	1,04
Valina	0,023	0,92
Cistina	Trazas	Trazas
Metionina	0,004	0,16
Isoleucina	0,0147	0,59
Leucina	0,02	0,8
Tirosina	0,0095	0,38
Fenilalanina	0,0148	0,59
Lisina	0,0148	0,59
Histidina	0,0126	0,51
Arginina	0,0097	0,39
Triptofano	0,01	0,4

Fuente: (Hidroforraje, 2004, Elaborado por Elena Piedra)

Sin embargo, hay que tomar en cuenta que a los diferentes días de desarrollo del forraje, éste cambia la composición de los nutrientes, especialmente del porcentaje de proteína. En la siguiente tabla, se observa como a partir del décimo día va cambiando este contenido:

Tabla No 12: Análisis proximal del sorgo hidropónico*

Período de cosecha (días)	Humedad (%)	Proteína (%)	Grasa (%)	Ceniza (%)	Fibra Cruda (%)	Extracto no nitrogenado (%)
10	82,22	15,74	3,15	2,8	11,0	67,31
12	83,10	12,68	2,98	2,44	9,93	71,92
14	77,77	12,85	2,54	2,12	10,0	72,49

(*) En base seca

Fuente: (Calderón, 1992)

La calidad nutritiva de los diferentes forrajes cambia de acuerdo a diferentes factores, como la época de cosecha, edad, tipo, variedad, clima y manejo del cultivo. Esto incluye también a la semilla que se utiliza para producir el FVH. Como medida principal de calidad se usa el contenido de proteína. A continuación, se hace una comparación entre el maíz y dos tipos de cebada.

Tabla No 13: Comparación diferentes semillas para producir FVH

Análisis de FVH <u>Maíz</u>	Análisis de FVH <u>Cebada cervecera</u>	Análisis de FVH <u>Cebada blanca</u>
Proteína 18,80%	Proteína 25,75%	Proteína cruda 19,4 %
Energía metabolizable 3,216 Kcal/kg M.S	Energía total 3,426 Kcal/kg	Digestibilidad 85 %
Digestibilidad 83% al 90%	Digestibilidad 83% al 90%	Vitamina A 25,1 UI/kg.
Proteína digestible 90%	Humedad 83%	Vitamina C 154 mg/kg.
Caroteno 24,9 UI/kg	Cenizas 7,78%	Vitamina E 26,3 UI/kg.
Vitamina A 4,8 mg/kg	Fibra 22,16%	Fibra Cruda 16 %
Vitamina C 45 mg/kg	Grasa 2,39%,	Grasa 3,2 %
Vitamina E 26,3 UI/kg	Carbohidratos 10,7%,	Carbohidratos 58,4 %
Calcio 0,104%		N.D.T. 75 %
Fósforo 0,48%		Calcio 0,11 %
Magnesio 0,145%		Fósforo 0,30 %
Hierro 213 ppm		Materia seca 20 %
Zinc 35 ppm		
Manganeso 310 ppm		

Fuente: (Carballido, 2005)

Para una mejor apreciación de las ventajas del FVH se lo debe comparar con otros forrajes. En Australia, un país muy avanzado en la técnica de producir forraje hidropónico para su ganado, se hizo el siguiente análisis de comparación:

Tabla No 14: Comparación diferentes forrajes

Alimento	\$/TM/materia seca	Materia seca %	Proteína cruda %*
Cebada	231	90	12,5
Heno de alfalfa	336	80	17,6
Forraje hidropónico	260	15	20,8

*en base seca

Fuente: (Fox, 1997)

Según esta tabla, el producir un kilo de materia seca de FVH cuesta \$0,260, mientras que producir la misma cantidad de cebada cuesta \$0,231 y de heno de alfalfa es \$0,336. Por lo tanto, en Australia el costo de heno de alfalfa es 29,2% mayor que el costo de producir forraje hidropónico y la cebada es menor en costos en tan solo en un 12,5%.

5.2 Rendimientos y parámetros de FVH.

El rendimiento depende del manejo, de los días de producción y de la especie usada. Por ende, en cada experiencia realizada en la producción de FVH se ha obtenido diversos resultados. Por ejemplo, en la producción de FVH en Chihuahua, México, de cada kilo de grano de maíz germinado, se obtuvo 9 kilogramos de forraje de alto contenido nutritivo (Gallegos, 2004).

En otro caso, en Uruguay, se obtuvieron de 12 a 18 kilos de forraje por cada kilo de semilla de cebada cervecera con una altura de 30 centímetros después de 15 días de instalado el cultivo (FAO, 2001). Pero según la literatura de Calderón, los rendimientos esperados por cada kilogramo serían entre 7,3 a 9 kilogramos de FVH (de semilla sin especificar) (Calderón, 1992).

Por otro lado, en un boletín de la Red de Hidroponía de la Universidad Nacional Agraria La Molina en el Perú, se presentan los siguientes resultados:

- Un kilo de FVH equivale nutricionalmente a 3 kilogramos de alfalfa fresca.

- Existen experiencias mediante las cuales se puede afirmar que 7 a 9 kilogramos de FVH corresponden de 0,9 a 1,1 kilogramos de materia seca.
- Se encontró que al cosechar FVH a los 20 días de la siembra, la avena sembrada rendía 300 gramos de proteína bruta por metro cuadrado, mientras que el trigo aportaba 415 gramos (Sánchez, 2000).

Por último, en un Perfil de Recursos de Forraje de la FAO (Choi Chee et al, 1999) en Malasia se llega a la conclusión de que cada kilo de forraje hidropónico equivale a 3 kilos de alfalfa fresca.

5.3 Necesidades nutritivas en las vacas.

Un buen sistema de alimentación para el ganado lechero es aquel que proporciona a cada vaca una ración que satisfaga sus requerimientos de nutrientes para producción máxima, que tenga buena palatabilidad, que sea económico y asegure un buen estado de salud (Etgen et al, 1990). Sin embargo, estos requerimientos varían de acuerdo a la edad, estado fisiológico (si están preñadas o si están en producción) y de acuerdo al peso de cada animal. En el Anexo 3 se presentan los requerimientos nutritivos para prevenir deficiencias, y satisfacer las necesidades de crecimiento en vaquillas, y en el Anexo 4 se presentan los requerimientos para producción de leche de acuerdo a la Academia Nacional de Ciencias del Consejo Nacional de Investigación de los Estados Unidos (Etgen et al, 1990).

En general, se puede decir que la energía dependerá del tamaño corporal, velocidad de crecimiento, producción de leche y porcentaje de grasa en la leche. La proteína se requiere entre un 10 y 18% de la materia seca de la ración, según edad y nivel de producción. Y la fibra será con un mínimo de 14-15% de la materia seca, debiendo ser mayor con forrajes finamente picados (Etgen et al, 1990).

Como se mencionó anteriormente, no todas las vacas están en el mismo período productivo, ni producen la misma cantidad de leche, ni tienen la misma edad o peso. Por dicha razón, se puede formar grupos de vacas de acuerdo a las variables anteriores y posibilidades genéticas para la producción de la siguiente manera:

***Primer grupo.-** Vacas productoras de 30 kilogramos o más de leche; vacas recién paridas hasta los 60 días después del parto y novillas de 1er parto produciendo 20 kilogramos o más de leche. Estas deben alimentarse del máximo de materia seca con la máxima concentración de nutrientes, para lo cual la humedad no debe ser mayor del 55%. La proporción de forrajes en la ración total será del 40% o del 50% si son de buena calidad.

*** Segundo grupo.-** Vacas productoras de 20-29 kilogramos de leche. La energía se rebaja un 0,10% y la proteína un 1%, procurando el mínimo de fibra bruta. El forraje en materia seca puede pasar el 65%, como máximo.

***Tercer grupo.-** Vacas con producciones menores a 17 kilogramos y vacas preñadas a las que les faltan 15-20 días para parir. El porcentaje de fibra puede ser un máximo de 24%, energía 1,42 Mcal/kilogramos de materia seca y proteína bruta del 13%.

*** Cuarto grupo.-** Estas son vacas secas, que no pasan por la sala de ordeño, razón por la cual la ración de concentrado será más baja (Davis, 1991).

5.4 Experiencias de FVH con vacas.

Fotografía No 7: Palatabilidad FVH

5.4.1 Ventajas.

El FVH al ser un gran alimento nutritivo de alta palatabilidad, se lo ha usado en muchos proyectos para alimentar al ganado lechero, existiendo muchas ventajas.

Fuente foto: Elena Piedra, 2006.



* Una de ellas es el aumento en la producción de leche y contenido de grasa. En un ensayo realizado por Arano en 1998 se demostró un incremento del 10,8% en la producción de leche y del 13,4% en la producción de grasa en ganado lechero con FVH (FAO, 2001).

Gráfico No 6 Cantidad de grasa en el ensayo de producción lechera

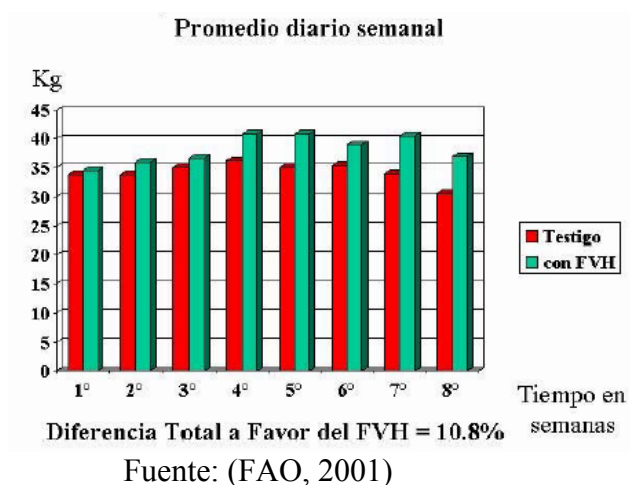
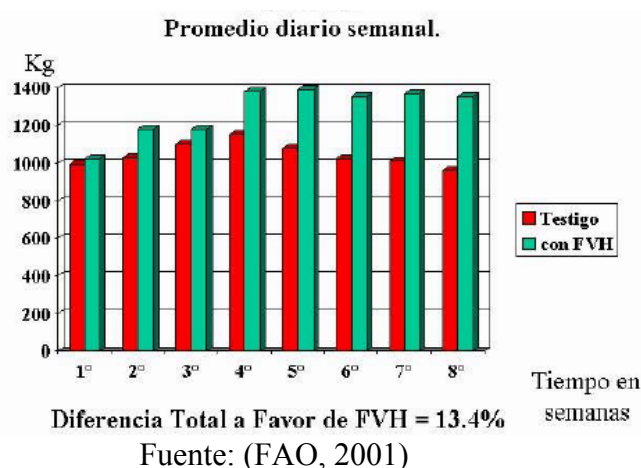


Gráfico No 7: Ensayo de producción lechera



* Otra ventaja del forraje hidropónico es el aumento de la fertilidad del animal. En un ensayo se observó que sólo el 53% de las vacas de un lote testigo resultaron preñadas en el primer servicio, mientras que un 62% de las vacas que consumían 12 kilogramos por día de FVH fueron preñadas en el primer servicio (Carballido, 2005).

* En lo que respecta al cuidado de la salud, existe una disminución en la incidencia de mastitis. Para ilustrar este fenómeno, en un lote testigo se diagnosticó 13,3% de incidencia de mastitis, mientras que en el lote alimentado con 12 kilogramos

de FVH diariamente, hubo incidencia de solo 4,4% (Carballido Carlin, 2005). Sin embargo, no se menciona los rendimientos de productividad lechera obtenidos.

* Siendo el costo de los alimentos uno de los rubros más altos en la producción, el FVH ayuda a crear mayor rentabilidad. Por ejemplo, en una producción de Australia, se observó que la ganancia de peso tiene un costo razonable con la alimentación de este forraje. Se usó cebada para producirlo, con un rendimiento de 1:6 (semilla/forraje) dentro de 7 días de desarrollo. La tonelada de semilla tuvo un costo de \$200 por ende producir 1.000 kilogramos de alimentación verde costo \$34. Cabe recalcar que los vacunos registraron ganancia de 0,5 kilogramos por día, lo que representaba 3% de su peso corporal (Kilkivanshire, 2006).

5.4.2 Raciones de FVH recomendadas

Alimentar a los vacunos entre 16 a 18 kilogramos por día de FVH, se les está aportando aproximadamente 1,8 kilogramos de proteína (Sánchez, 2000). A continuación describimos se presentan raciones de FVH recomendadas para distintos grupos de ganado bovino:

Tabla No 15: Dosis de FVH recomendada según especie animal

Especie Animal	Dosis de FVH kg por cada 100 kg de Peso Vivo	Observaciones
Vaca lechera	1-2	Suplementar con paja de cebada y otras fibras
Vaca secas	0,5	Suplementar con fibra de buena calidad
Vacunos de carne	0,5-2	Suplementar con fibra normal

Fuente: (FAO, 2005)

Según la producción de leche se aconseja lo siguiente (Carballido, 2005):

- Baja producción: 15 kilogramos de FVH.
- Mediana producción: 20 kilogramos de FVH

- Alta producción: 22 kilogramos de FVH.

Finalmente, en una experiencia en 27 localidades rurales de Chihuahua, México, se observó que 1.342 kilogramos de forraje (7,6 kilos/bandeja) de un invernadero de 144 metros cuadrados alimentaban a 109 vacas. Es decir, que 12,3 kilogramos cada día alimentaban a cada vaca (Gallegos, 2004).

IV. ESTUDIO EXPERIMENTAL

1. Materiales y métodos del experimento.

- Semilla: Cebada
- Estructura de soporte
- Bandejas de plástico (1 m² = 8 bandejas)

Tabla No 16: Dimensiones bandejas

	centímetros	metros
Largo	42,5	0,425
Ancho	30	0,3
Profundidad	2,5	0,025
Área	1275	0,1275

- Sistema de riego
 - Tanque
 - Motobomba
 - Filtro
 - Mangueras
 - Nebulizadores
- Equipos de control
 - Temporizadores
 - Termómetro de máxima y mínima
 - Higrómetro de máxima y mínima
 - Cámara digital
 - Balanza digital

Ver Anexo 5 para mejor apreciación del desarrollo del experimento en invernadero.

1.1 Semilla.

En el presente experimento se utilizó cebada como material para la producción de FVH. La razón para haber elegido esta especie es la experiencia que existe en el país y en otros lugares con cebada, cereal que ha demostrado superioridad frente a otras especies como maíz, avena y trigo por su precocidad y rendimiento de FVH (SICA, 2007).

La cebada puede ser una sólida materia prima para el pienso de los animales. Su utilización en alimentación animal en forma de grano se sitúa en zonas del norte de Europa, países mediterráneos, zonas de Asia Central, Oriente Medio y Australia. Por ejemplo, en Escandinava; la cebada es de tal valor, que en el pasado un kilogramo de este cereal se le consideraba una Unidad Alimenticia.

1.1.1 Producción y precio.

La producción mundial de cebada se encuentra en el quinto lugar tras el maíz, trigo y arroz. En el Ecuador, también existe una producción importante de cebada; ya que en el 2005 se obtuvieron 2.291.000 toneladas, con un rendimiento de 565 kilos por hectárea, aunque esto significa una productividad baja comparada a la mundial que en el 2004 fue de 2.680 kilos por hectárea.

Sin embargo, esta producción nacional no abasteció en el 2005 la demanda nacional (6.139.000 toneladas) por lo que se requirió importar 4.130.000 toneladas, alrededor del 67% de la demanda nacional. Pero cabe mencionar que también hubo una exportación de 113.000 toneladas.

Por otro lado, en el 2005; el precio estuvo alrededor de los 18 centavos por kilo, lo que equivaldría a 9 dólares por un saco de cebada de 50 kilos (FAO, 2007). Sin embargo, según el SICA, durante la última quincena de enero del 2007, el kilo estuvo en 14,7 centavos de dólar, lo equivaldría a 7,35 dólares el saco de 50 kilos (SICA, 2007).

La estructura del grano de cebada es muy parecida a la de los otros granos de cereal, como se puede observar en el anexo 6.

1.2 **Métodos.**

El experimento realizado tuvo por objeto probar tres densidades de siembra de semilla pregerminada de cebada con el propósito de comparar el rendimiento de FVH luego de 13 días.

La semilla pesada de acuerdo a la densidad de siembra asignada a cada tratamiento fue sumergida en agua durante un día y luego pregerminada en la oscuridad

dentro de 2 días hasta el momento en que fue visible la ruptura de los tegumentos e inicio de la emergencia de la radícula.

El material fue colocado luego en las bandejas plásticas y mantenidas en un invernadero por el período de 10 días, al término de los cuales se registró el peso fresco del forraje producido.

Las tres densidades de siembra (tratamientos) estudiadas fueron las equivalentes a 1,50, 2,25 y 3,00 kilogramos por metro cuadrado, considerando que cada bandeja tiene una superficie de 0,125 metros cuadrados. En la tabla siguiente se describen los tratamientos de este experimento.

Tabla No 17: Tratamientos

Tratamiento	Gramos de semilla/bandeja	Densidad kg/m²
1	200	1,50
2	284	2,25
3	370	3,00

Las dosis de semilla o densidades de siembra empleadas fueron elegidas a base de una recomendación de la FAO que señala que los mejores resultados en términos de rendimiento de FVH, con semilla de cebada, se obtienen con densidades de 2,2 a 3,4 kilos por metro cuadrado (FAO, 2001), aunque otra fuente recomienda la densidad de 2 kilogramos (Calderón, 1992).

Cada uno de los tres tratamientos se sembró en 10 bandejas, distribuidas al azar dentro del invernadero, con lo cual se configuró un diseño completamente al azar (3 tratamientos y 10 observaciones por tratamiento).

A lo largo del período experimental de 10 días las bandejas recibieron irrigación por medio de nebulizadores calibrados para descargar 1 litro por hora en un período de 12 horas (6 am a 6 pm) por día, proporcionando así la humedad requerida por las plántulas.

Al término del experimento los datos de rendimiento (materia seca producida) fueron analizados mediante análisis de variancia. El rendimiento de materia seca fue obtenido pesando el forraje de cada bandeja luego de haber sido secado en una secadora de aire caliente forzado durante 48 horas. La diferencia entre el peso fresco y el peso seco sirvió para calcular el contenido de materia seca de cada bandeja y expresarlo en porcentajes (Tabla 19).

1.3 Resultados.

En la Tabla 18 se presentan los rendimientos de forraje fresco a los 10 días, junto con los promedios de cada tratamiento.

**Tabla No 18: Rendimiento de FVH fresco
(Peso final en gramos por bandeja)**

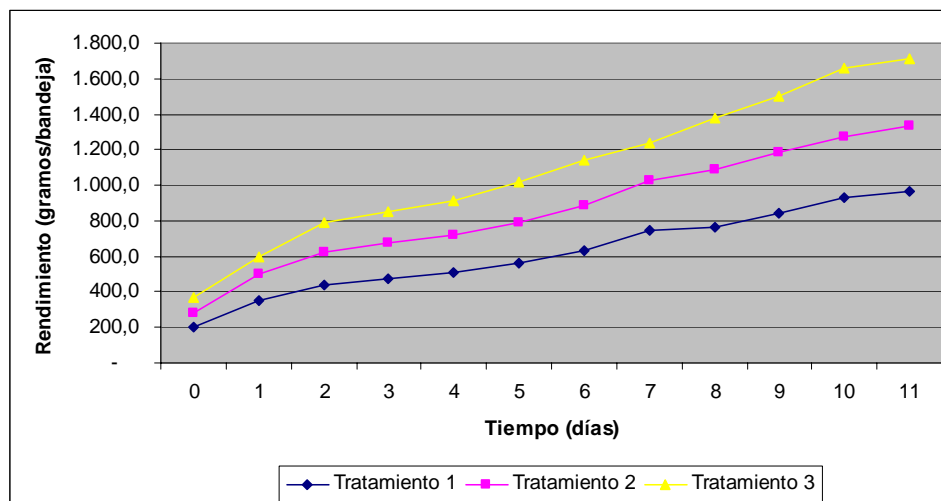
Observaciones	Tratamientos		
	1	2	3
1	965	1432	2137
2	1089	1556	2091
3	1022	1470	1752
4	962	1299	1436
5	1077	1217	1349
6	919	1184	1515
7	911	1290	1824
8	1097	1421	1726
9	847	1130	1757
10	813	1356	1509
Media	970,2	1335,5	1709,6

Como puede apreciarse en la tabla anterior, el Tratamiento 3 dio como resultado el mayor rendimiento de FVH fresco, seguido por el Tratamiento 2 y finalmente por el Tratamiento 1.

Gráficamente se ilustra el comportamiento de cada tratamiento a lo largo de los 10 días del experimento en el Gráfico 8, pudiéndose observar las diferencias en

producción entre los tratamientos, lo mismo que las variaciones exhibidas por cada tratamiento en el período.

Gráfico No 8: Representación gráfica de la producción de FVH fresco a lo largo de diez días



Con respecto a la producción de materia seca en la Tabla 19 se muestran los rendimientos de FVH seco de cada bandeja en los tres tratamientos al igual que los respectivos promedios.

Tabla No 19: Rendimiento de FVH seco (Gramos por bandeja)

Observaciones	Tratamientos		
	1	2	3
1	59,8	72,8	83,6
2	59,7	69,7	80,8
3	54,8	72,9	79,1
4	56,4	62	85
5	54,6	67,4	80,9
6	59,1	74,8	82,4
7	61,8	73,9	84,5
8	55,5	70,4	81,5
9	52,2	67,3	79,4
10	53,5	79,5	85,3
Media	56,74	71,07	82,25

Los datos de rendimiento de FVH seco fueron sometidos a un análisis de variancia encontrándose que las diferencias entre los tratamientos estudiados resultaron ser estadísticamente significativos al 1% de probabilidad (Tabla 20). Los cálculos se muestran en el Anexo 7.

Tabla No 20: Análisis de variancia del rendimiento de FVH seco (anexo cálculos 2)

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma cuadrados	Media cuadrática	F calculado	F 1% tabular
TOTAL	29	3.618,65			
TRATAMIENTOS	2	3.270,34	1.635,17	126,75**	5,4881
ERROR	27	348,31	12,90		

** $P \leq 0.01$

Para establecer las diferencias entre los promedios de cada tratamiento se realizó la Prueba de Tukey la misma que permitió concluir que el tratamiento 3 resultó en un rendimiento de FVH Seco superior al obtenido en el tratamiento 2 y que este, a su vez, registró un rendimiento mayor que el tratamiento 1, tal como se lo resume en la Tabla 21.

Tabla No 21: Prueba de Tukey para rendimiento de FVH seco al 5% de probabilidad

Tratamientos (Promedio gramos/bandeja)		
1	2	3
56,74 ^c	71,07 ^b	82,25 ^a

^a, ^b y ^c: medias con distinta letra sobrescrita son significamente diferentes ($P \leq 0,05$).

Posteriormente, se tomó al azar una pequeña muestra compuesta de cada tratamiento para poder analizar los porcentajes de nitrógeno y de proteína cruda (Tabla 22). Se puede observar que el tratamiento 3 registró el mayor porcentaje de proteína, seguido del tratamiento 2 y 1, aunque no se pudo realizar el análisis estadístico correspondiente por no existir repeticiones que permitan estudiar el término del error experimental.

Tabla No 22: Análisis de proteínas

Tratamientos	Nitrógeno %	Proteína %
1	2,42	13,77
2	2,53	14,42
3	2,58	14,7

Sin embargo, se puede afirmar que en los tres tratamientos el contenido de proteínas cruda es aceptable.

1.4 Discusión.

Los rendimientos obtenidos en el experimento (alrededor de 4,7 kilos de FVH por cada kilo de semilla) son bajos comparados con la literatura (7,3 a 9 kilos de FVH por cada kilo de semilla). La causa puede ser a que no existió un buen manejo de temperatura y humedad dentro del invernadero, ya que estos factores no se mantuvieron constantes durante el experimento (Anexo 21).

El rendimiento del experimento comparado a otra experiencia en el Ecuador (Finca La Pampa en Penipe) ha demostrado que es bajo puesto a que los rendimientos en la Pampa son de alrededor de los 7 kilos de FVH por cada kilo de semilla. Posiblemente, esta finca, al tener mayor experiencia en la técnica de producción de FVH, está en capacidad de aplicar un mejor control de la temperatura y la humedad y de mantener las condiciones apropiadas para obtener mejores resultados (Chiriboga, 2006).

1.5 Conclusiones y recomendaciones.

Pese a que los rendimientos alcanzados no pueden considerarse óptimos, el ensayo realizado permitió ganar experiencia en la técnica de producción de FVH y tomar correctivos para lograr mejores resultados en lo posterior.

Sería recomendable conducir, al menos, otro experimento para probar nuevas densidades de siembra y períodos postgerminación.

V. ESTUDIO FINANCIERO

En el presente proyecto se ha considerado un índice de inflación anual de 2,58% y una tasa máxima convencional del Banco Central del Ecuador de 13,04% (BCE, 2007)³; en el estudio financiero, los datos del flujo de caja han sido proyectados a diez años.

A continuación se desglosan todos los componentes del flujo de caja para un mejor entendimiento de la procedencia de los valores.

1. Inversiones

La inversión total para el progreso del proyecto es de *USD\$ 106.024,83*, y se divide en dos grupos de inversión: la producción de leche y la producción de FVH.

Tabla No 23: Inversión inicial

Producción leche

Ítem	#	Valor comercial	Total
Tractor con equipo	1	6.000,00	6.000,00
Ordeñadora 6 puestos	1	4.076,80	4.076,80
Tanque frío 1000lt	1	7.985,60	7.985,60
Vacas	51	1.300,00	66.300,00
Equipo riego	1	2.500,00	2.500,00
Siembra pasto	19	276,68	5.256,91
Obras físicas	1	1.000,00	1.000,00

Subtotal	93.119,31
-----------------	------------------

Producción FVH

Ítem	#	Valor comercial	Total
Invernadero	1	2.520,00	2.520,00
Estructura	6	278,00	1.656,31
Equipo riego	1	732,41	732,41
Bandejas	4080	1,96	7.996,80

Subtotal	12.905,52
-----------------	------------------

Inversion inicial	106.024,83
--------------------------	-------------------

³ Dato actualizado 9 de octubre del 2007.

El desglose del cálculo de la siembra de pasto se puede apreciar en el Anexo 8; asimismo, el detalle de los gastos para la construcción del invernadero se presenta en el Anexo 9, mientras que el detalle de las estructuras y de las bandejas aparece en el Anexo 10 y del equipo de riego en el Anexo 11.

En el Anexo 15 se muestra las inversiones anuales por concepto de vacunas de reemplazo y por resiembra de potreros.

1.1 Depreciación de la inversión

Tabla No 24: Depreciación de la inversión

Producción leche

Item	Depreciación anual	Vida Util (años)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Tractor 5400	10%	10	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00	600,00
Ordeñadora 6 puestos	10%	10	407,68	407,68	407,68	407,68	407,68	407,68	407,68	407,68	407,68	407,68
Tanque frío 1000lt	10%	10	798,56	798,56	798,56	798,56	798,56	798,56	798,56	798,56	798,56	798,56
Vacas	20,00%	5	13.260,00	13.260,00	13.260,00	13.260,00	13.260,00	13.260,00	13.260,00	13.260,00	13.260,00	13.260,00
Equipo riego	10,00%	10	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00	250,00
Siembra pasto	33,33%	3	1.752,30	1.752,30	1.752,30	1.752,30	1.752,30	1.752,30	1.752,30	1.752,30	1.752,30	1.752,30
Obras físicas	8%	12,5	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00	80,00
Subtotal			17.148,54	17.148,54	17.148,54	17.148,54	17.148,54	17.148,54	17.148,54	17.148,54	17.148,54	17.148,54

Producción FVH

Item	Depreciación anual	Vida Util (años)	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Invernadero	8%	12,5	201,60	201,60	201,60	201,60	201,60	201,60	201,60	201,60	201,60	201,60
Estructura	10%	10	165,63	165,63	165,63	165,63	165,63	165,63	165,63	165,63	165,63	165,63
Equipo riego	10%	10	73,24	73,24	73,24	73,24	73,24	73,24	73,24	73,24	73,24	73,24
Bandejas	10%	10	799,68	799,68	799,68	799,68	799,68	799,68	799,68	799,68	799,68	799,68
Subtotal			1.240,15	1.240,15	1.240,15	1.240,15	1.240,15	1.240,15	1.240,15	1.240,15	1.240,15	1.240,15

Total	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69
--------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------	------------------

2da Siembra pastos

3era Siembra pastos

4ta Siembra pastos

1.2 Análisis de financiamiento

El monto de la inversión antes señalado será financiado en un 33% (USD\$34.424,83) por aporte de capital propio, requiriéndose para el 67% restante un crédito bancario de USD\$71.600,00, a un plazo de cinco años y una tasa de interés anual de 13,5%.

Tabla No 25: Tabla de amortización anual

Año	Capital	Dividendo	Intereses	Amortización
1	71.600,00	19.770,06	9.016,76	10.753,30
2	60.846,70	19.770,06	7.471,79	12.298,27
3	48.548,43	19.770,06	5.704,84	14.065,22
4	34.483,21	19.770,06	3.684,03	16.086,03
5	18.397,18	19.770,06	1.372,88	18.397,18

2. Estimaciones de ingresos.

Los ingresos provienen de dos rubros: la venta de leche, la venta de los terneros y terneras y la venta de las vacas descartadas.

2.1 Venta de leche.

Existen 19 hectáreas destinadas a pastizales, donde cada hectárea tiene una capacidad de carga de 3 unidades bovinas adultas. Esto significa que se puede mantener un total de 51 vacas para el rejo. Según la Asociación Holstein-Friesian, el rendimiento promedio por vaca mestiza es de 19,7 litros diarios (6.008,50 kilos por lactancia) en un total de 305 días de lactancia normal por año (Yépez, 2007), es decir que en total se esperaría una producción de 306.433,50 litros anuales. Sin embargo, existen 5 días de alimentación para el ternero nacido; lo que equivaldría a 1.020,00 litros anuales menos destinados para la venta.

En la actualidad, el litro de leche es pagado a 30 centavos de dólar en la zona de Lasso. Este precio tiene un incremento anual de 2,58% de acuerdo al índice de inflación. El ingreso de la venta de leche de cada año se puede observar en el Anexo 13.

Tabla No 26: Parámetros producción leche

Vacas (No.)	51
Rendimiento vaca (litros/día)	19,70
Total día (litros)	1.004,70
Alimento terneros día (litros)	204,00
Alimento terneros anual (litros)	1.020,00
Producción anual (305 días) (lt)	306.433,50
Producción venta (305 días) (lt)	305.413,50
Venta anual (305 días) (litros)	88.569,92

2.2 Venta de vacas de descarte y terneros para carne.

2.2.1 Vacas de descarte.

Las vacas después del quinto parto, aproximadamente cada 5 años serán descartadas definitivamente y vendidas para carne. El precio de venta actual de una vaca para carne es de \$ 300,00 y tendrá un incremento anual de 2,58% de acuerdo al índice de inflación. Se deberá reponer a partir del quinto año con nuevas vaconas listas para producir. En el Anexo 17 se puede observar cuanto de éstas se requiere cada año.

Adicionalmente deben considerarse un porcentaje de vacas descartadas anualmente por infertilidad, debido a que la tasa de fertilidad es del 80%. Las vacas con menos de cuatro partos todavía se las puede vender para la producción de leche y el precio en el mercado es de alrededor de \$800,00 y las vacas con más de cuatro partos también se las puede vender para producir leche pero con un precio menor de \$500,00. En ambos casos se tendrá un incremento anual de 2,58% de acuerdo al índice de inflación. Así mismo, las vacas descartadas serán reemplazadas con vaconas preñadas próximas a empezar a producir leche.

En el Anexo 14 se puede observar las ventas de las vacas de descarte y en el Anexo 17 se puede observar la rotación de las vacas productoras y las vacas de descarte por carne y por infertilidad anualmente.

2.2.2 Terneros de carne.

Por falta de áreas destinadas a los pastizales, todos los terneros al cabo de 5 días deberán ser vendidos como carne, lo que generará un ingreso en cada año. Al vender las vacas de descarte por infertilidad y comprar vaconas preñadas, se asegura tener 51 vacas lactando cada año, lo que al mismo tiempo significa que se aseguran, aproximadamente 21 terneros anualmente destinados para la venta de carne. El precio de venta de los terneros como carne es de \$ 40,00. Los precios tienen un incremento anual de 2,58% de acuerdo al índice de inflación.

2.2.3 Terneras de 2 meses.

De igual manera, las terneras serán vendidas pero al final de los 2 meses de vida. Alrededor de 20 terneras se venderán anualmente. Y tendrán un valor en el mercado de \$200,00 y tienen un incremento anual de 2,58% de acuerdo al índice de inflación.

Estas serán alimentadas con 4 litros de leche de reemplazo cada día, para evitar el consumo de la leche producida por las vacas. En el Anexo 20 se puede apreciar un mejor detalle de costos de la crianza de terneras.

El ingreso de la venta de terneros/as y vacas de descarte se puede observar en el Anexo 14.

3. Costos de producción.

Los costos de producción son divididos en: costos fijos, gastos administrativos y costos variables.

3.1 Costos fijos y gastos administrativos.

Los Costos fijos son independientes del nivel de producción de leche. Estos no varían aunque aumente o disminuya el volumen de la leche. Estos están divididos en la producción de leche y en la producción de FVH. Estos costos tienen un aumento anual del 2,58% de acuerdo al índice de inflación.

Tabla No 27: Costos fijos

<u>Producción leche</u>				
Item	No.	Costo unitario \$	Mes \$	Anual \$
Arriendo	19	50	950,00	11.400,00
Teléfono	1	50	50,00	600,00
Traslado	1	100	100,00	1.200,00
Electricidad	1	50	50,00	600,00
Veterinario	1	100	100,00	1.200,00
Reparaciones	1	50	50,00	600,00
<i>Subtotal</i>			1.300,00	15.600,00
Imprevistos 5%			65,00	780,00
Subtotal			1.365,00	16.380,00
<u>Producción FVH</u>				
Item		Costo un. \$	Mes \$	Anual \$
Mantenimiento	1	30	30,00	360,00
Imprevistos 5%			1,50	18,00
Subtotal			31,50	378,00
Total			1.396,50	16.758,00

Los gastos administrativos están relacionados con la dirección del proyecto. Estos constan del salario del administrador, quien es el que dirige el manejo del rejo, la producción de leche, la producción de FVH y las ventas de la leche, de los terneros y las vacas de descarte.

Tabla No 28: Gastos administrativos

Gastos administrativos		
	Mensual \$	Anual \$
Administrador	700,00	8.400,00
TOTAL	700,00	8.400,00

3.2 Costos variables

Los costos variables dependen del nivel producción de leche. De igual manera que en los costos fijos están divididos en la Producción de Leche y en la Producción de FVH. Estos costos tienen un aumento anual del 2,58% de acuerdo al índice de inflación.

Tabla No 29: Costos variables

Producción leche

Item	No.	Costo unitario \$/litro	Mes \$	Anual \$
Mano de obra	3	0,0200	510,00	6.120,00
Fertilizante	1	0,0231	590,76	7.089,11
Inseminación	51	0,0004	10,54	126,48
Sanidad animal	1	0,0059	150,00	1.800,00
Leche reemplazo	4800	0,0031	77,98	935,81
Diesel	1	0,0089	228,00	2.736,00
<i>Subtotal</i>		0,0614	1.567,28	18.807,40
Imprevistos 5%		0,0031	78,36	940,37
Subtotal		0,0644	1.645,65	19.747,77

Produccion FVH

Item		Costo unitario \$/litro	Mes \$	Anual \$
Mano de obra	1	0,01	170,00	2.040,00
Semilla cebada	90	0,03	744,60	8.935,20
Electricidad	1	0,00	10,00	120,00
<i>Subtotal</i>		0,04	924,60	11.095,20
Imprevistos 5%		0,0018	46,23	554,76
Subtotal		0,04	970,83	11.649,96
Total		0,10	2.616,48	31.397,73

Un detalle del egreso en el rubro de Fertilizante se puede ver Anexo 18 y para el cálculo del diesel ver Anexo 19.

Costo de la semilla de cebada ver en el anexo 10.

Para el caso de la inseminación se toma en cuenta que existe una probabilidad de 2,48 montas por concepción⁴ y que estas tienen un costo de un dólar cada una.

3.3 Capital de trabajo

El capital de trabajo constituye el conjunto de recursos necesarios para la operación normal del proyecto durante un ciclo productivo, para la producción de leche. El cálculo del capital de trabajo, se determina con la siguiente fórmula:

$$CT=Ca/365*Nd$$

Donde, Ca es el costo anual de producción y Nd es el número de días de desfase, para el proyecto Nd es de 15 días, ya que este es el tiempo que se tendría que esperar para recibir la primera paga por la venta de la leche.

Tabla No 30: Cálculo capital de trabajo

Costo fijo anual (USD\$)	-16.758,00
Costo variable anual (USD\$)	-29.785,13
Gastos adm. anual (USD\$)	-4.800,00
Ca anual (USD\$)	-51.343,13
Nd (día)	15
Capital trabajo (USD\$)	-2.109,99

⁴ Según estadísticas de la Asociación Holstein-Friesian Ecuador (Anexo 22)

3.4 Flujo de caja proyectado a 10 años

Tabla No 31: Flujo de caja

Actividad	Interés	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	Total
+ Ventas	2,58%		91.624,05	93.987,95	96.412,84	98.900,29	101.451,92	104.069,38	106.754,37	109.508,63	112.333,95	115.232,17	1.030.275,55
+ Marginales	2,58%		4.840,00	13.171,27	13.511,09	13.859,68	19.532,12	11.971,65	15.076,84	16.421,98	15.864,85	18.537,95	142.787,43
+ Préstamos		71.600,00											71.600,00
+ Total ingresos		71.600,00	96.464,05	107.159,22	109.923,93	112.759,97	120.984,04	116.041,03	121.831,21	125.930,61	128.198,80	133.770,12	1.244.662,98
- Inversiones		-106.024,83	-13.335,40	-13.679,45	-19.706,77	-14.394,42	-39.867,65	-25.815,79	-21.752,55	-20.719,93	-27.865,93	-35.220,02	-338.382,74
- Capital trabajo		-2.324,21											-2.324,21
- Costos fijos	2,58%		-16.758,00	-17.190,36	-17.633,87	-18.088,82	-18.555,51	-19.034,25	-19.525,33	-20.029,08	-20.545,83	-21.075,92	-188.436,96
- Costos variables	2,58%		-31.397,73	-32.207,79	-33.038,75	-33.891,15	-34.765,54	-35.662,49	-36.582,59	-37.526,42	-38.494,60	-39.487,76	-353.054,82
- Gastos	2,58%		-8.400,00	-8.616,72	-8.839,03	-9.067,08	-9.301,01	-9.540,98	-9.787,13	-10.039,64	-10.298,66	-10.564,37	-94.454,62
- Depreciaciones			-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-183.886,95
- Interés préstamo	13,5%		-9.016,76	-7.471,79	-5.704,84	-3.684,03	-1.372,88						-27.250,30
- Total egresos		-108.349,04	-97.296,59	-97.554,80	-103.311,96	-97.514,19	-122.251,28	-108.442,20	-106.036,30	-106.703,76	-115.593,72	-124.736,76	-1.187.790,60
= Utilidad bruta		-36.749,04	-832,54	9.604,42	6.611,97	15.245,77	-1.267,25	7.598,83	15.794,92	19.226,85	12.605,08	9.033,36	56.872,38
- 15% Trabajadores	15%		124,88	-1.440,66	-991,80	-2.286,87	190,09	-1.139,82	-2.369,24	-2.884,03	-1.890,76	-1.355,00	-14.043,21
= Utilidad antes impuesto		-36.749,04	-707,66	8.163,76	5.620,18	12.958,91	-1.077,16	6.459,00	13.425,68	16.342,82	10.714,32	7.678,36	42.829,17
- Impuesto	5% - 10%	-	-	15,69	-	255,45	-	-	278,78	457,28	143,22	-	1.150,42
= Utilidad neta		-36.749,04	-707,66	8.179,44	5.620,18	13.214,35	-1.077,16	6.459,00	13.704,46	16.800,10	10.857,53	7.678,36	43.979,59
+ Depreciaciones			18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	18.388,69	183.886,95
- Amortizaciones			-10.753,30	-12.298,27	-14.065,22	-16.086,03	-18.397,18						-71.600,00
= FLUJO CAJA		-36.749,04	6.927,74	14.269,87	9.943,65	15.517,02	-1.085,65	24.847,70	32.093,16	35.188,80	29.246,23	26.067,05	156.266,53
P. recuperación		-36.749,04	-29.821,30	-15.551,43	-5.607,78	9.909,24	8.823,59	33.671,29	65.764,45	100.953,25	130.199,48	156.266,53	

En el Anexo 16, se puede observar los cálculos para obtener el valor al impuesto a la renta.

3.5 Estado pérdidas y ganancias

El estado de pérdidas y ganancias se obtiene en base a datos obtenidos en el flujo de caja y sirve para determinar las utilidades netas del proyecto.

Tabla No 32: Estado de pérdidas y ganancias

Actividad	Interés	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
+ Ventas	2,58%		91.624,05	93.987,95	96.412,84	98.900,29	101.451,92	104.069,38	106.754,37	109.508,63	112.333,95	115.232,17
+ Marginales	2,58%		4.840,00	13.171,27	13.511,09	13.859,68	19.532,12	11.971,65	15.076,84	16.421,98	15.864,85	18.537,95
+ Préstamos		71.600,00										
+ Total ingresos		71.600,00	96.464,05	107.159,22	109.923,93	112.759,97	120.984,04	116.041,03	121.831,21	125.930,61	128.198,80	133.770,12
- Inversiones		-106.024,83	-13.335,40	-13.679,45	-19.706,77	-14.394,42	-39.867,65	-25.815,79	-21.752,55	-20.719,93	-27.865,93	-35.220,02
- Capital trabajo		-2.324,21										
- Costos fijos	2,58%		-16.758,00	-17.190,36	-17.633,87	-18.088,82	-18.555,51	-19.034,25	-19.525,33	-20.029,08	-20.545,83	-21.075,92
- Costos variables	2,58%		-31.397,73	-32.207,79	-33.038,75	-33.891,15	-34.765,54	-35.662,49	-36.582,59	-37.526,42	-38.494,60	-39.487,76
- Gastos	2,58%		-8.400,00	-8.616,72	-8.839,03	-9.067,08	-9.301,01	-9.540,98	-9.787,13	-10.039,64	-10.298,66	-10.564,37
- Depreciaciones			-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69	-18.388,69
- Interés préstamo	13,5%		-9.016,76	-7.471,79	-5.704,84	-3.684,03	-1.372,88					
- Total egresos		-108.349,04	-97.296,59	-97.554,80	-103.311,96	-97.514,19	-122.251,28	-108.442,20	-106.036,30	-106.703,76	-115.593,72	-124.736,76
= Utilidad bruta		-36.749,04	-832,54	9.604,42	6.611,97	15.245,77	-1.267,25	7.598,83	15.794,92	19.226,85	12.605,08	9.033,36
- 15% Trabajadores	15%		124,88	-1.440,66	-991,80	-2.286,87	190,09	-1.139,82	-2.369,24	-2.884,03	-1.890,76	-1.355,00
= Utilidad antes impuesto		-36.749,04	-707,66	8.163,76	5.620,18	12.958,91	-1.077,16	6.459,00	13.425,68	16.342,82	10.714,32	7.678,36
- Impuesto	5% - 10%	-	-	15,69	-	255,45	-	-	278,78	457,28	143,22	-
= Utilidad neta		-36.749,04	-707,66	8.179,44	5.620,18	13.214,35	-1.077,16	6.459,00	13.704,46	16.800,10	10.857,53	7.678,36

3.6 Punto de equilibrio

Tabla No 33: Punto de equilibrio

Años	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Precio unitario USD\$	0,3	0,31	0,32	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38
Costos fijos + gastos+inversiones USD\$	-38.493,40	-39.486,53	-46.179,67	-41.550,32	-67.724,17	-54.391,01	-51.065,01	-50.788,65	-58.710,42	-66.860,30
Costo variable unitario USD\$	0,103	0,105	0,108	0,111	0,114	0,117	0,120	0,123	0,126	0,129
Punto equilibrio lt	195.203,76	195.203,76	222.549,86	195.203,76	310.166,43	242.837,39	222.253,80	215.491,29	242.837,39	269.591,37

El punto de equilibrio es donde los ingresos totales recibidos se igualan a los costos asociados con la venta del producto. Se determina con la siguiente fórmula:

$$Q = (CF + GA + I) / (Pu - CVu)^*$$

3.7 Análisis de rentabilidad

Para analizar la rentabilidad y la viabilidad del proyecto se ha utilizado la tasa máxima convencional del Banco Central del Ecuador de 13,04% como tasa de descuento.

Tabla No 34: Análisis de rentabilidad

VAN	\$ 46.372,46
TIR	34,3%
Tasa descuento	13,04%
Beneficio/costo	\$ 2,43
Período de recuperación	Año 4
Inflación máxima	2,58%

El valor actual neto (VAN) es calculado a partir del flujo de caja anual, trasladando todas las cantidades futuras al presente, es decir, de los 10 años del proyecto al presente. El VAN total del proyecto es de USD\$ 46.372,46.

La tasa interna de retorno (TIR) del proyecto está definida como la tasa de interés con la cual el valor actual neto (VAN) es igual a cero. El valor es del 34,3%.

La relación de beneficio/costo es de USD\$ 2,43, lo que significa que por cada dólar que se invierte en este proyecto se recupera el dólar invertido y se gana USD\$1,46.

El período de recuperación es de 4 años, es decir que este tiempo es el requerido, para recuperar la inversión inicial.

* Dónde, Q es el punto de equilibrio; CF son costos fijos; GA son gastos administrativos; I son inversiones; Pu es precio unitario y CVu es costo variable unitario.

VI. CONCLUSIONES

- La leche al ser un producto básico en la alimentación de la población, siempre va a tener una demanda permanente. Y aún con mayor razón, si a nivel nacional existe un crecimiento anual en la población del 1,7% y con un consumo per cápita de 100 litros anuales, la mitad de lo recomendado por la OMS.
- En la actualidad, la leche nacional es también exportada hacia Perú. Y existe una buena posibilidad de exportar a otros países sudamericanos que tampoco satisfacen la demanda de leche con su propia producción, como lo son Venezuela y Bolivia.
- A pesar de que el rendimiento total nacional de producción diaria es muy baja (4,4 litros por vaca), el rendimiento de las mestizas registradas en la Asociación Holstein-Freisian Ecuador tienen un rendimiento diario considerable de 19,7 litros por vaca.
- El FVH es un alimento inocuo de calidad nutricional y de alta digestibilidad y palatabilidad, excepcional para el ganado lechero. La producción de FVH produce una seguridad alimentaria en cuanto al suministro constante de alimentos y nutrientes al animal si se tienen reservas de semillas a costos aceptables. Y con esta producción se logra independizarse de las condiciones adversas agroclimáticas y la utilización de un espacio muy reducido.
- Se ha comprobado que el FVH como suplemento alimenticio para el ganado lechero tiene muchas ventajas aparte de aumentar la producción de leche, como el aumento de la fertilidad. Estas afectan directamente en la eficiencia de la producción de leche y, por ende, promueven mayor rentabilidad al proyecto.
- Para el caso del experimento de la producción de FVH, se observó que la mejor densidad a utilizar para la siembra es 3 kilos de semilla por metro cuadrado. Sin embargo, hay que mejorar el manejo de invernadero, relacionado a la temperatura y humedad, para así obtener mejores rendimientos.

- El contenido de proteína analizado en una muestra de cada tratamiento del experimento fue el siguiente: tratamiento 1: 13,77%, tratamiento 2: 14,42% y tratamiento 3: 14,7%, valores que son aceptables.

- En el análisis de rentabilidad el Valor actual neto fue USD\$ 46.372,46, la tasa interna de retorno **34,3%**, el período de recuperación de cuatro años; y la relación beneficio/costo **2,43**. Estos datos demuestran una viabilidad financiera positiva para el proyecto con la producción de FVH de cebada como suplemento alimenticio para el ganado lechero.

VII. RECOMENDACIONES

- Hacer investigaciones de la producción de FVH en otros cereales como el maíz, el cual es una semilla que se produce en nuestro país y se lo puede conseguir a precios aceptables.
- Mejorar el manejo de invernadero relacionado a la temperatura y humedad, a través de técnicas simples y no muy costosas.
- Buscar información acerca del mercado de carne de ternera, ya que este es un rubro de ingresos en el proyecto.
- Estudiar la forma de procesar, con el objetivo de mejorar la rentabilidad por la venta de productos lácteos.
- Analizar el mercado y rentabilidad de producir FVH para terceros interesados.

VIII. BIBLIOGRAFÍA

1. Anderson, M. et al. La Industria Láctea en Ecuador. Revista *Industria Alimenticia*. Enero, 2002. Estados Unidos.
2. Banco Central del Ecuador. Tasas de interés vigentes (1 al 30 de abril 2007). 27 de junio de 2007. <<http://www.bce.fin.ec>>
3. Boada, J. “Ecuador exportará leche en polvo hacia Perú”. Diario *Expreso*. 14 de diciembre de 2006. Sección Economía. Pág. 8. Ecuador.
4. Calderón, F. Aprende fácil. Cultivos hidropónicos. Forraje verde hidropónico. Fascículo No. 9. Ediciones Culturales VER Ltda. p 137-152. Bogotá, Colombia. 1992.
5. Carballido Carlin, C. Forraje verde hidropónico. Artículos silvoagropecuarios. Perú. 2005. 11 de mayo de 2006. <<http://www.ofertasagricolas.cl/articulos/articulo/8>>
6. Castro Ramírez, A. Forraje hidropónico para alimentar cabras. Ministerio de Agricultura y Ganadería de Costa Rica. 18 de mayo de 2005 <<http://www.capraispana.com/destacados/costarica/forraje.htm>> 2
7. Castro, K. “El Negocio Lechero Se Dinamiza”; Diario *Expreso*. 29 de mayo de 2006. Sección Economía. Pág. 6. Ecuador.
8. Centro Peruano de Estudios Sociales. El Sector Lácteo en el Perú y el Mundo Perú. 2003. 01 de febrero de 2007. <<http://www.cepes.org.pe/cendoc/cultivos/leche/20030500/20030500.htm>> 3
9. Chiriboga, J. Finca La Pampa. Entrevista personal. Penipe septiembre 2006.
10. Choi Chee, W. et al. Country pasture/forage resource profiles. Malasia. 1999. 14 de septiembre de 2006. <<http://www.FAO.org/ag/agP/agpc/doc/Counprof/Malasyia/Malaysia.htm>>
11. Davis, R. La vaca lechera su cuidado y explotación. Editorial Limusa. México. 1991.
12. Endara, C. Profesor Universidad San Francisco de Quito, Entrevista personal 6 mayo 2007.
13. Estrella, V. “¿Por qué ha subido precio de la leche?”, *Dinero, Diario de Negocios*. 31 de marzo de 2005. Pág. 2. Ecuador

“Precio de la leche baja un poco pero sigue alto”, *Dinero, Diario de Negocios*. 28 de marzo de 2005. Pág.3. Ecuador.
14. Etgen, W. et al. Ganado lechero alimentación y administración. Editorial Limusa. México. 1990.

15. FAO. Importaciones y exportaciones de determinador productos agrícolas, grupo v (2004). 31 de enero de 2007
<http://www.fao.org/es/ess/yearbook/vol_1_1/pdf/c20.pdf>
16. FAO. Manual Técnico de Forraje Verde Hidropónico, Oficina regional para América Latina y el Caribe. Santiago, Chile. 2001.
17. FAO. Statistical database 14 de marzo de 2007
<<http://faostat.fao.org/site/355/DesktopDefault.aspx?PageID=355>> 4
18. Fox, R. “The fodder factory”. Practical Hydroponics & Greenhouses. Australia. 1997 09 de septiembre de 2006.
<http://hydroponics.com.au/back_issues/issue35.html>
19. Gallegos, L. Hydroponic green forage. Gobierno del Estado de Chihuahua. México. 2004. 14 de septiembre de 2006.
<http://www.unm.edu/~opst/Reports/H2O%20Session%202/2-2_Gallegos.pdf>
20. Google Earth. Localidad finca Casa Blanca. 0°46'37,97" S 78°36'12,55" O. Elevación 2.970 m. Altura ojo 12,34 km. 2007.
21. Hazard, T. “Calidad de leche” 1997. 27 de marzo de 2007
<<http://www.inia.cl/quilamapu/inproleche/articulosd/Calidad%2520de%2520leche.pdf+calidad+de+leche&hl=es&ct=clnk&cd=4&gl=ec>>
22. Herrera, T. “Leche: 300 mil litros de los productores”. *Dinero, Diario de Negocios*. 29 de enero del 2007. Pág. 5. Ecuador.
23. Hidroforraje. Ensayos de Laboratorio. Argentina. 2004. 14 de septiembre de 2006
<<http://hidroforraje.com.ar/ar/laboratorio.html>>
24. Hydro fodder farm. Australia. 14 de septiembre de 2006. <<http://www.greenfield-hydroponics.com/fodder.html>>
25. INAMHI Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología, Anuario Climático del Ecuador, Quito del 2006.
26. INEC. Instituto Nacional de Estadísticas y Censo. Encuesta de superficie y producción agropecuaria 2002 – 2005 análisis de resultados - ganado vacuno en el ecuador. 31 de enero de 2007
<http://www.inec.gov.ec/interna.asp?inc=enc_tabla&idTabla=180>
27. Jumbo, B. “Mayor competencia internacional en el mercado de la leche de funda”. Periódico El Comercio. Ecuador. 2006 01 de febrero de 2007.
<http://elcomercio.terra.com.ec/solo_texto_search.asp?id_noticia=14495&anio=2006&mes=1&dia=26>
28. Kilkivanshire. Can hydroponic fodder “drought proof” your property? - “yes!!!!” Says ivan. 14 de septiembre de 2006. <<http://www.kilkivanshire.info/dn2bw.pdf>>

29. Llangarí, P. “Fundamentos básicos en el manejo e higiene de la leche”. Manual No.13, Estación Experimental “Sta. Catalina” INIAP, Ecuador. Diciembre, 1991.
30. Manuela, L. et al. Lo ‘Light’ marca consumo y oferta de la leche. Periódico *El Comercio*. 26 de julio del 2004. Sección Negocios B1. Ecuador.
31. Ministerio de Agricultura y Ganadería. Boletín de Prensa N 020 DCS/MAG. Ecuador. 2006. 1 de enero de 2007 <<http://www.mag.gov.ec/docs/boletines/pr2006/BOLETIN2-2.pdf>>
32. Molina, J. La Cebada Ediciones Mundi-Prensa. Madrid, España. 1989.
33. Murillo, N. “El excedente de leche del país tiene como destino el Perú”. *Dinero, Diario de Negocios*. 14 de abril del 2006. Pág. 2. Ecuador.

“El Ecuador Planea Vender Leche En Polvo A México”. *Dinero, Diario de Negocios*. 25 de abril de 2006. Pág. 4. Ecuador.
34. Orozco, M. “Sector de lácteos, en alerta”. *Dinero, Diario de Negocios*. 13 de julio del 2006. Pág. 6. Ecuador.
35. Proyecto SICA. Ecuador producción de Leche. Ecuador. 30 de enero de 2007 <<http://www.sica.gov.ec/cadenas/leche/index.html>> 5
36. Sánchez Cortazzo, A. “Una experiencia de forraje verde hidropónico en el Uruguay”. Red Hidroponía. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú. 2000. 11 de mayo de 2006. <<http://www.lamolina.edu.pe/hidroponia/boletin7.htm>>
37. Sosa, C. et al. Vita Leche aumentó el precio de su producto en el 10 por ciento. Periódico *El Comercio*. 7 de septiembre del 2005. Sección Negocios B2. Ecuador.
38. UNICEF. Panorama: Ecuador. 2005. 27 de marzo de 2007. <http://www.unicef.org/spanish/infobycountry/ecuador_statistics.html>
39. Villanueva, J. “El excedente de 500.000 litros de leche será para exportación”. *Diario Expreso*. 27 de junio de 2006. Sección Economía. Pág. 6. Ecuador.
40. Wikilibros. Ingeniería de aguas residuales/reutilización de las aguas residuales. 2006. 24 de enero de 2007. <[es.wikibooks.org/wiki/Ingeniería_de_aguas_residuales/Reutilización_de_las_aguas_residuales](http://es.wikibooks.org/wiki/Ingenier%C3%ADa_de_aguas_residuales/Reutilizaci%C3%B3n_de_las_aguas_residuales)>
41. Yépez, E. Asociación Holstein Friesian del Ecuador, Entrevista personal 15 mayo 2007.
42. Zary, J. “El país todavía puede cifrar sus esperanzas en la producción agropecuaria”. *Hoy online*. Ecuador. 2003. 30 de enero de 2007. <<http://www.hoy.com.ec/zhechos/2003/libro/tema17.htm>>

IX. ANEXOS

Anexo 1: Parámetros para medir la calidad de agua de riego

PARÁMETROS	UNIDADES	NINGUNO	MODERADO	SEVERO
Sodio	mg/l Na	70	>70	
Cloruros	mg/l Cl	100	>100	
		140	350	>350
Bicarbonatos	mg/l CaCO ₃	90	500	>500
Sulfatos	mg/l SO ₄	200	400	>400
VARIOS				
pH		6.5-8.4	4.5-9	4.5-9>
Cloro residual	mg/l Cl	1	5	>5
MATERIA ORGÁNICA Y NUTRIENTES				
DBO*	mg/l O ₂	15	>15	
		20	60	>60
DQO**	mg/l O ₂	120	300	>300
Nitrógeno total	mg/l N	5	30	>30
TÓXICOS				
Boro	mg/l B	0.7	3	>3
Aluminio	mg/l Al	5	20	>20
Arsénico	mg/l As	0.1	2	>2
Berilio	mg/l Be	0.1	0.5	>0.5
Cadmio	mg/l Cd	0.01	0.05	>0.05
Cobalto	mg/l Co	0.05	5	>5
Cromo	mg/l Cr	0.1	1	>1
Cobre	mg/l Cu	0.2	5	>5
Fluoruros	mg/l	1	15	>15
Hierro	mg/l Fe	5	20	>20
Litio	mg/l Li	0.05	2.5	>2.5
Manganeso	mg/l Mn	0.02	10	>10
Molibdeno	mg/l Mo	0.01	0.05	>0.05
Níquel	mg/l Ni	0.02	2	>2
Plomo	mg/l Pb	5	10	>10
Selenio	mg/l Se	0.02	0.02	>0.02
Vanadio	mg/l V	0.01	1	>1
Zinc	mg/l Zn	2	10	>10

Ninguno:- Agua de buena calidad para cualquier suelo y planta; riego continuo en todo tipo de suelo.

Moderado: Agua mediocre, para plantas tolerantes y suelo de textura fina. El contenido en tóxicos potenciales obliga a riego discontinuo, uso del agua por un periodo hasta 20 años, en suelos neutros o alcalinos de textura fina.

Severo: Agua de mala calidad, sólo para plantas muy tolerantes y suelos de textura fina muy bien drenados. Riego discontinuo con muchas precauciones.

*DBO: Demanda biológica de oxígeno es un parámetro que mide la cantidad de materia susceptible de ser consumida u oxidada por medios biológicos que contiene una muestra líquida, y se utiliza para determinar su grado de contaminación.

****DQO:** Demanda química de oxígeno es un parámetro que mide la cantidad de materia orgánica susceptible de ser oxidada por medios químicos que hay en una muestra líquida. Se utiliza también para medir el grado de contaminación.

Fuente: (Wikilibros, 2006)

Anexo 2: Calidad del agua de riego en relación a la obturación de goteros

Elemento de obturación	Peligro de obturación		
	Bajo	Medio	Alto
Sólidos en suspensión (mg/l)	<50	50 - 100	>100
pH	<7,0	7,0 - 8,0	>8,0
Sólidos disueltos (mg/l) ²	<500	500 - 2000	>20000
Manganeso (mg/l) ²	<0,1	0,1 - 1,5	>1,5
Hierro total (mg/l) ²	<0,2	0,2 - 2,0	>2,0
Sulfuro de hidrógeno (mg/l) ²	<0,2	0,2 - 2,0	>2,0
Nº de bacterias/ml	<10000	10000 50000	->50000

Fuente: (FAO 2005, Elaborado por Elena Piedra)

Anexo 3: Requerimientos diarios de nutrientes del ganado lechero (vaquillas)^a

Peso Corporal (kg)	Aumento diario (g)	Pienso seco c(kg)	Proteína		Energía ^b		NDT (kg)	Ca (g)	P (g)	Caroteno (mg)	Vitamina A (1,000 U.I.)	Vitamina D (U.I.)
			Total (g)	Digestible (g)	ENmb (Mcal)	EN aumento (Mcal)						
Vaquillas en crecimiento (rebaños numerosos)												
40	200	0,5	110	100	0,9	0,4	0,5	2,2	1,7	4,2	1,7	265
45	300	0,6	135	120	1,1	0,5	0,6	3,2	2,5	4,8	1,9	300
55(5) ^d	400	1,2	180	145	1,3	0,6	0,9	4,5	3,5	5,8	2,3	360
75(10)	750	2,1	330	245	1,5	0,9	1,5	9,1	7,0	7,9	3,2	495
100(15)	750	2,9	370	260	2,0	1,1	2,0	10,9	8,4	11,0	4,0	660
150(24)	750	4,1	435	295	3,1	1,5	2,7	15,0	12,0	16,0	6,0	990
200(34)	750	5,3	500	330	4,1	1,8	3,4	18,0	14,0	21,0	8,0	1.320
250(43)	750	6,5	570	365	4,8	2,2	4,0	21,0	16,0	26,0	10,0	-
300(53)	750	7,5	640	395	5,6	2,5	4,5	24,0	18,0	32,0	13,0	-
350(62)	750	8,4	715	430	6,2	2,8	4,9	36,0	19,0	37,0	15,0	-
400(72)	750	9,3	800	465	6,9	3,1	5,2	26,0	20,0	42,0	17,0	-
450(82)	700	9,5	885	495	7,5	3,1	5,3	27,0	21,0	48,0	19,0	-
500(93)	600	9,5	935	505	8,1	2,9	5,3	27,0	21,0	53,0	21,0	-
550(107)	400	8,9	915	475	8,7	2,0	5,0	26,0	20,0	58,0	23,0	-
600(133)	150	8,6	810	405	9,3	0,7	4,3	24,0	18,0	64,0	26,0	-
Vaquillas en crecimiento (rebaños pequeños)												
20	100	0,3	65	60	0,6	0,2	0,3	1,1	0,8	2,1	0,8	130
25	150	0,4	90	80	0,8	0,2	0,4	1,5	1,1	2,6	1,0	165
35(5)	300	0,8	135	110	0,9	0,5	0,6	3,2	2,5	3,7	1,5	230
50(10)	500	1,2	215	160	1,0	0,9	0,9	4,9	3,8	5,3	2,1	330
75(17)	550	1,7	275	190	1,5	1,0	1,2	7,0	5,4	7,9	3,2	495
100(23)	550	2,4	320	210	2,1	1,1	1,6	9,0	7,0	11,0	4,0	660
150(36)	550	3,6	390	245	3,7	1,6	2,3	12,0	9,0	16,0	6,0	990
200(49)	550	4,8	465	280	4,1	1,6	2,9	15,0	11,0	21,0	8,0	1.320
250(62)	550	6,1	550	320	4,8	1,9	3,5	17,0	13,0	26,0	10,0	-
300(76)	500	6,8	590	330	5,6	2,0	3,8	19,0	14,0	32,0	13,0	-
350(93)	350	6,6	585	315	6,2	1,5	3,7	19,0	14,0	37,0	15,0	-
400(121)	150	6,4	555	290	6,9	0,7	3,6	19,0	14,0	42,0	17,0	-
450(191)	50	6,1	580	290	7,5	0,5	3,4	19,0	14,0	48,0	19,0	-

Fuente: (Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 4th rev. Ed., 1971, Elaborado por Elena Piedra)

a Adaptada de la tabla 1, Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 4th rev. Ed., 1971. Reproducida con autorización de la National Academy of Sciences, National Research Council, EEUU.

b ENm = energía neta para mantenimiento; ENaumento = energía neta para aumento de peso.

c Basado en sustitutivo de la leche.

d Semanas de edad

Anexo 4: Requerimientos diarios de nutrientes del ganado lechero (vacas)^a

Peso Corporal (kg)	Pienso seco (kg)	Proteína		Energía	NDT (kg)	Ca (g)	P (g)	Caroteno (mg)	Vitamina A (1,000 U.I.)
		Total (g)	Digestible (g)	EN de vacas lactantes (Mcal) ^b					
Mantenimiento de vacas lactantes maduras ^c									
350	5,0	468	220	6,9	2,8	14	11	37	15
400	5,5	521	245	7,6	3,1	17	13	42	17
450	6,0	585	275	8,3	3,4	18	14	48	19
500	6,5	638	300	9,0	3,7	20	15	53	21
550	7,0	691	325	9,6	4,0	21	16	58	23
600	7,5	734	345	10,3	4,2	22	17	64	26
650	8,0	776	365	10,9	4,5	23	18	69	28
700	8,5	830	390	11,6	4,8	25	19	74	30
750	9,0	872	410	12,2	5,0	26	20	79	32
800	9,5	915	430	12,8	5,3	27	21	85	34
Mantenimiento y gestación (2 últimos meses de la gestación)									
350	6,4	570	315	8,7	3,6	21	16	67	27
400	7,2	650	355	9,7	4,0	23	18	76	30
450	7,9	730	400	10,7	4,4	26	20	86	34
500	8,6	780	430	11,6	4,8	29	22	95	38
550	9,3	850	465	12,6	5,2	31	24	105	42
600	10,0	910	500	13,5	5,6	34	26	114	46
650	10,6	960	530	14,4	6,0	36	28	124	50
700	11,3	1000	555	15,3	6,3	39	30	133	53
750	12,0	1080	595	16,2	6,7	42	32	143	57
800	12,6	1150	630	17,0	7,1	44	34	152	61
Producción de leche (nutrientes requeridos por kg de leche) ^d									
% grasa									
2,5		66	42	0,59	0,255	2,4	1,7	-	-
3,0		70	45	0,64	0,280	2,5	1,8	-	-
3,5		74	48	0,69	0,305	2,6	1,9	-	-
4,0		78	51	0,74	0,330	2,7	2,0	-	-
4,5		82	54	0,78	0,355	2,8	2,1	-	-
5,0		86	56	0,83	0,380	2,9	2,2	-	-
5,5		90	58	0,88	0,405	3,0	2,3	-	-
6,0		94	60	0,93	0,430	3,1	2,4	-	-

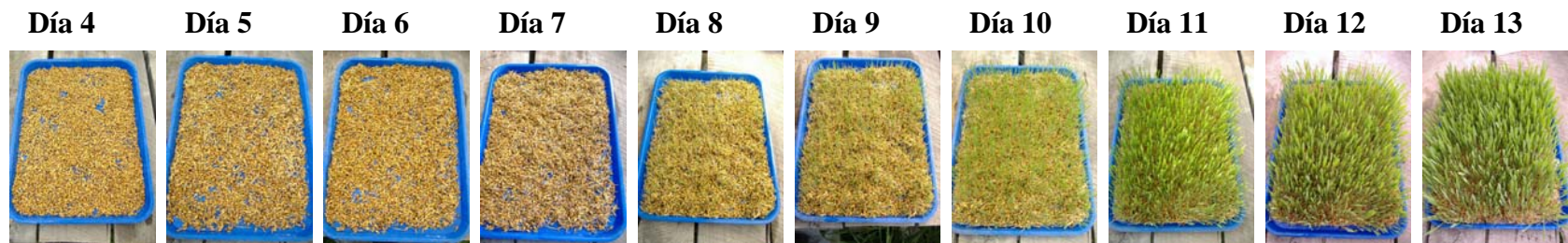
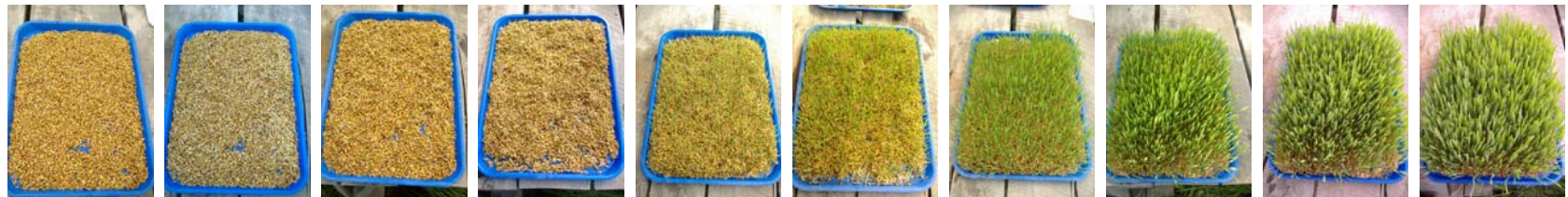
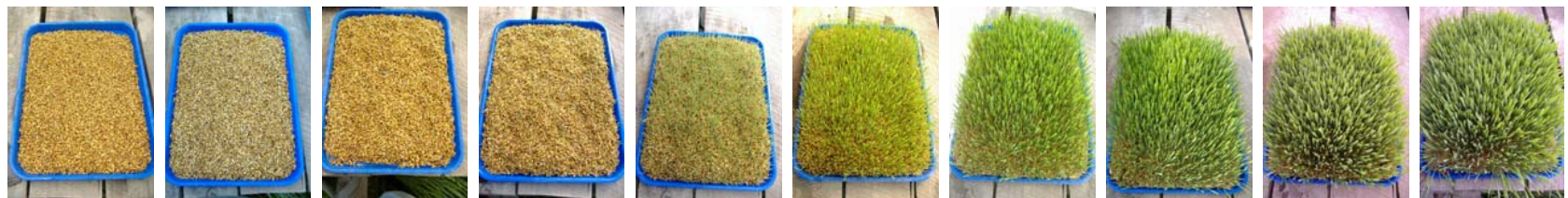
Fuente: (Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 4th rev. Ed., 1971, Elaborado por Elena Piedra)

^a Adaptada de la tabla 1, Nutrient Requirements of Dairy Cattle, 4th rev. Ed., 1971. Reproducida con autorización de la National Academy of Sciences, National Research Council, EEUU.

^b Los requerimientos de energía para mantenimiento, reproducción y producción de leche de vacas lactantes se expresan en EN_{vacas lactantes}.

^c Mantenimiento de vacas lactantes = 0.085 Mcal EN_{vacas lactantes} /kg ³/₄. Para tomar en cuenta el crecimiento, súmese 20% a la ración de mantenimiento durante la primera lactancia y 10% durante la segunda lactancia.

^d El requerimiento de energía se presenta como la cantidad real requerida sin ajuste para compensar cualquier reducción en el valor del pienso a altos niveles de ingestión de pienso. Para tomar en cuenta depresiones en la digestibilidad, que se producen en altos planos de nutrición con ciertos tipos de raciones, tales como ensilaje de maíz, granos de textura gruesa o forrajes con alto contenido de pared celular, debe autorizarse un incremento del 3% por cada 10 kilogramos de leche producida por encima de 20 kilogramos por día.

Anexo 5: Desarrollo experimento en invernadero**Tratamiento 1****Tratamiento 2****Tratamiento 3**

Anexo 6: Composición media de los granos de cereal

Porcentaje	Avena	Cebada	Maíz	Trigo	Triticale	Sorgo
Materia seca	86	86	86	86	86	86
Almidón	37	50	60	56	54	59
Azúcares	18	20	20	31	55	15
Materia Grasa	5,3	1,8	4,2	1,9	1,6	3,0
Fibra bruta	10,2	5,6	2,2	2,3	2,7	2,5
Proteína	10,0	9,2	9,0	11,3	11,6	10,0
Cenizas	2,7	2,3	1,3	1,6	1,8	1,4

Fuente: (Molina, 1989)

Anexo 7: Cálculos ADEVA peso seco final

Observaciones	Tratamientos		
	1	2	3
1	59,8	72,8	83,6
2	59,7	69,7	80,8
3	54,8	72,9	79,1
4	56,4	62	85
5	54,6	67,4	80,9
6	59,1	74,8	82,4
7	61,8	73,9	84,5
8	55,5	70,4	81,5
9	52,2	67,3	79,4
10	53,5	79,5	85,3
Media	56,74	71,07	82,25

Media	70,02
Varianza s ²	12,90
Desviacion tipica s	3,59
Desviacion Tipica	
Media Sx	1,14
Desviacion Tipica	
Diferencia Media Sd	1,61
Coficiente	
variacion CV	5,13

ADEVA

Fuente de variación	Grados de libertad	Suma Cuadrados	Cuadrado Medio	F calculado	F tabular
TOTAL	29	3.618,65		126,75	3,35
TRATAMIENTOS	2	3.270,34	1.635,17		
ERROR	27	348,31	12,90		

Prueba de Tukey

$D = Q (\text{gl error}) * S_x$

Q 5%	3,486	W 5%	3,96
Q 1%		W 1%	-

	Tratamientos		
	1	2	3
	56,74	71,07	82,25
5% c		b	a
1%	14,33	11,18	
	25,51		

FVH

Anexo 8: Cálculo de la siembra de pastos

	Alfalfa	Ryegrass	Trébol rojo	Trébol blanco	Pasto azul	Total
Porcentaje Ha		35%		30%	35%	100%
Costo saco (50 lb)	159,60	78,80	154,70	206,82	103,25	
Costo kilo	7,02	3,47	6,81	9,10	4,54	
Total kilos/Ha	0	17,5	0	15	17,5	50
Costo kilo/Ha	-	60,68	-	136,50	79,50	276,68

Anexo 9: Costo invernadero

Invernadero	100 m2	200 m2
Costo rudimentario	1800	2520
Costo acondicionado	6000	8400
Porcentaje por m2	40%	

Anexo 10: Cálculos producción de FVH y balanceado

Datos

No. vacas	51
Dosis FVH (kg)/día/vaca	15
Rendimiento FVH kg/m2	15
Dosis siembra kg/m2	3
FVH kg (1 kilo semilla)	5
Pisos	4
No. bandejas/m2	8
Días proceso invernadero	10
Saco cebada kg	50
Precio saco cebada 50kg \$	8

Producción FVH

Total FVH kg/día	765
Semilla kg/día	153,00
Total sacos/día	3,06
Costo semilla \$/día	24,48
Costo FVH \$/kilo	0,04
Semilla \$/kilo FVH	0,03
Mano de obra \$/kilo FVH	0,007
Electricidad \$/kilo FVH	0,0004
Mantenimiento \$/kilo FVH	0,0013
Area Cultivo FVH m2	128
No. Bandejas	4.080
No. Estructuras	6,0
Costo Estructura	278
Area Invernadero m2	179
Precio dosis vaca	0,62

Balanceado

Dosis kilos/Vaca/Día	2
kilos total	102
Total sacos	2,55
Precio total diario	30,35
precio kilo	0,35
Precio dosis vaca	0,70

Anexo 11: Cálculo Costo de equipo de riego para la producción de FVH

	Valor Unitario	Cantidad Estructura	Valor Estructura
Bomba 1HP	252,00		
Filtro	50,00		
Tanque	200,00		
Válvula de pie de 1"	5,00		
Válvula 1/2"	3,67	1	3,67
Universal 1"	2,50	1	2,50
Manguera 1pulg/ m	0,44	10	4,40
Manguera 1/2pulg/ m	0,25	20	5,00
Nebulizador 1,5 m	0,83	13	11,07
Válvula antigoteo	0,84	13	11,20
			37,83
Total	748,19		

Anexo 12: Raciones de FVH durante la lactancia

Meses lactancia	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Dosis FVH diaria (kilos)	24	24	22	22	20	18	17	15,5	10	10
Total FVH mes (kilos)	720	720	660	660	600	540	510	465	300	300

Anexo 13: Ingresos anuales de venta de leche

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Producción (lt)	305.413,50	305.413,50	305.413,50	305.413,50	305.413,50	305.413,50	305.413,50	305.413,50	305.413,50	305.413,50
Precio (US\$)	0,30	0,31	0,32	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38
Venta (US\$)	91.624,05	93.987,95	96.412,84	98.900,29	101.451,92	104.069,38	106.754,37	109.508,63	112.333,95	115.232,17

Anexo 14: Ingresos anuales de venta de terneros y vacas de descarte

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Precio (US\$)	40,00	41,03	42,09	43,18	44,29	45,43	46,61	47,81	49,04	50,31
Terneros (No.)	21	21	21	21	21	21	21	21	21	21
Venta terneros (US\$)	840,00	861,67	883,90	906,71	930,10	954,10	978,71	1.003,96	1.029,87	1.056,44
Precio (US\$)	200,00	205,16	210,45	215,88	221,45	227,17	233,03	239,04	245,21	251,53
Terneras 2 meses (No.)	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20
Venta terneras (US\$)	4.000,00	4.103,20	4.209,06	4.317,66	4.429,05	4.543,32	4.660,54	4.780,78	4.904,13	5.030,65
Precio (US\$)	300,00	307,74	315,68	323,82	332,18	340,75	349,54	358,56	367,81	377,30
Vacas descarte carne (No.)	-	-	-	-	21	4	4	4	4	12
Venta descarte carne (US\$)	-	-	-	-	6.975,76	1.363,00	1.398,16	1.434,23	1.471,24	4.527,59
Precio (US\$) >4 partos	500,00	512,90	526,13	539,71	553,63	567,92	582,57	597,60	613,02	628,83
Vacas descarte fertilidad (No.)	-	-	-	-	5	1	1	1	1	3
Venta descarte fertilidad (US\$)	-	-	-	-	2.768,16	567,92	582,57	597,60	613,02	1.886,49
Precio (US\$) <4 partos	800,00	820,64	841,81	863,53	885,81	908,66	932,11	956,16	980,83	1.006,13
Vacas descarte fertilidad (No.)	-	10	10	10	5	5	8	9	8	6
Venta descarte fertilidad (US\$)	-	8.206,40	8.418,13	8.635,31	4.429,05	4.543,32	7.456,86	8.605,41	7.846,60	6.036,78
Total venta (USD\$)	4.840,00	13.171,27	13.511,09	13.859,68	19.532,12	11.971,65	15.076,84	16.421,98	15.864,85	18.537,95

Anexo 15: Inversiones futuras

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Precio (US\$)	5.393	5.532	5.674	5.821	5.971	6.125	6.283	6.445	6.611	6.782
Siembra pasto (No.)	-	-	1	-	-	1	-	-	1	-
Inversión pastos (US\$)	-	-	5.674,39	-	-	6.125,01	-	-	6.611,43	-
Precio (US\$)	1.334	1.368	1.403	1.439	1.477	1.515	1.554	1.594	1.635	1.677
Vacas reposición (No.)	10	10	10	10	27	13	14	13	13	21
Inversión vacas reposición (US\$)	13.335,40	13.679,45	14.032,38	14.394,42	39.867,65	19.690,78	21.752,55	20.719,93	21.254,50	35.220,02
Total venta (USD\$)	13.335,40	13.679,45	19.706,77	14.394,42	39.867,65	25.815,79	21.752,55	20.719,93	27.865,93	35.220,02

Anexo 16: Impuesto a la renta

Actividad	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Utilidad antes impuesto bruta	-36.749,04	-707,66	8.163,76	5.620,18	12.958,91	-1.077,16	6.459,00	13.425,68	16.342,82	10.714,32	7.678,36
Fracción básica	-	-	7.850,00	-	7.850,00	-	-	7.850,00	15.700,00	7.850,00	-
Fracción excedente	-	-	-	-	-	-	-	-	393,00	-	-
Impuesto fracción básica	-	-	313,76	-	5.108,91	-	-	5.575,68	642,82	2.864,32	-
% Imp. fracción excedente	-	-	5%	-	5%	-	-	5%	10%	5%	-
IMPUESTO A PAGAR	-	-	15,69	-	255,45	-	-	278,78	457,28	143,22	-

Anexo 17: Detalle de la rotación de las vacas productoras y de descarte por infertilidad y por carne

Vacas produciendo

Generación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1	51	41	33	26	21						
2		10	8,0	7	5	4					
3			10	8	7	5	4				
4				10	8	7	5	4			
5					10	8	7	5	4		
6						27	22	18	15	12	
7							13	10	8	7	5
8								14	11	9	7
9									13	10	8
10										13	10
11											21
Total	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51	51

Descarte fertilidad

Generación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1		10	8	7	5					
2			2,0	1,0	2	1				
3				2	1	2	1			
4					2	1	2	1		
5						2	1	2	1	
6							5	4	3	3
7								3	2	1
8									3	2
9										3
10										
Total	0	10	10	10	10	6	9	10	9	9

Descarte carne

Generación	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1					21					
2						4				
3							4			
4								4		
5									4	
6										12
7										
8										
9										
10										
Total	0	0	0	0	21	4	4	4	4	12

Anexo 18: Cálculo del fertilizante

Costo saco (50 Kilos)	23,00
Sacos/ Ha	4
Costo total / Ha	92,00
Período fertilización (días)	90
Costo anual / Ha	373,11
Costo total anual	7.089,11

Anexo 19: Costo anual diesel

Enero	48,00
Febrero	48,00
Marzo	48,00
Abril	48,00
Mayo	48,00
Junio	480,00
Julio	480,00
Agosto	480,00
Septiembre	480,00
Octubre	480,00
Noviembre	48,00
Diciembre	48,00
Total	2.736,00

Anexo 20: Costos crianza de terneras

No. Terneras	20
Alimentación leche lt/día	4
Total días	60
Total 2 meses (lt)	4.800
Reemplazo leche (US\$)	48,74
Rendimiento remplazo leche (Lt)	250
Costo (US\$/lt)	0,19
Costo total anual (US\$)	935,81

Anexo 21. Detalle diario de temperatura y humedad en el experimento

Días	Temperatura °C		Humedad %	
	Máxima	Mínima	Máxima	Mínima
1	28	8	98	24
2	27	9	98	33
3	41	10	98	18
4	40	10	98	21
5	36	9	98	26
6	33	9	98	27
7	33	6	98	27
8	33	9	98	26
9	35	7	98	26
10	39	4	98	20

Anexo 22: Sistema de control lechero (Asoc. Holstein – Friesian Ecuador)

Concepto	Puros	Mestizas	Totales
No. Ejemplo en control	2.247,37	11.510,92	13.758,29
% ejemplo lechando	73,21	76,95	76,34
% ejemplo secos	26,78	23,04	23,65
% ejemplo vientres	15,28	20,75	19,91
% ejemplo eliminados	2,31	2,36	2,36
No. Montas	5.752	30.386	36.138
No. Abortos	137	787	924
No. Partos	1.768	10.104	11.872
Montas por concepción	2,74	2,44	2,48
No. Macho nacidos	884	5.123	6.007
No. Hembras nacidas	774	4.400	5.174
% Cría muertas	5,68	5,54	5,56
Promedio días abiertos	216	249	244
Promedio días entre partos	481	459	463
Promedio días secos	118	106	108
Promedio días lechando	332	327	328
Promedio día leche (kg)	18,50	17,70	17,80
Promedio leche rotativo	13,40	13,50	13,50
Leche 305 días (kg)	6.391	6.010	6.073
Leche total (kg)	6.158	5.822	5.875

Metas del ganadero

Días abiertos: 120

Producción a 305 días: 6.806 kilos

Días secos: 60

Montas por concepción: 2

Días entre partos: 400

Vacas lechando: 85%

Valor relativo por vaca: 80 en adelante

ÍNDICE GENERAL

I. INTRODUCCIÓN.....	1
1. ANTECEDENTES.....	1
1.1 <i>La necesidad</i>	1
1.2 <i>Situación actual</i>	2
1.3 <i>Disponibilidad de componentes tecnológicos</i>	2
2. JUSTIFICACIÓN.....	3
3. OBJETIVO FINAL DEL PROYECTO.....	4
3.1 <i>Objetivos específicos</i>	4
II. ESTUDIO MERCADO	5
1. ANÁLISIS DE LA OFERTA.....	5
1.1 <i>Producción a escala mundial</i>	5
1.2 <i>Producción nacional</i>	7
2. ANÁLISIS DE LA DEMANDA.....	11
2.1 <i>Consumo demográfico nacional</i>	11
2.2 <i>Demanda industrial</i>	11
2.3 <i>Demanda según productos</i>	13
2.4 <i>Demanda del excedente y exportación</i>	14
3. ANÁLISIS DE PRECIOS.....	15
3.1 <i>Precios productores</i>	15
3.2 <i>Precios a los consumidores</i>	17
4. SISTEMA DE COMERCIALIZACIÓN.....	18
4.1 <i>Canales de distribución de leche</i>	18
4.2 <i>Calidad</i>	19
4.3 <i>Precio</i>	20
4.4 <i>Promoción</i>	20
III. ESTUDIO TÉCNICO	21
1. TAMAÑO DEL PROYECTO.....	21
2. LOCALIZACIÓN GEOGRÁFICA.....	21
3. ASPECTOS GENERALES.....	22
3.1 <i>Clima</i>	22
3.2 <i>Manejo suelos</i>	22
4. MÉTODOS Y FACTORES PARA PRODUCIR FVH.....	23
4.1 <i>Fisiología de la producción FVH</i>	23
4.2 <i>Factores que influyen en la producción</i>	24
4.3 <i>Instalaciones</i>	27
4.4 <i>Método de producción (Anexo 5)</i>	31
5. UTILIZACIÓN DE FVH EN GANADO LECHERO.....	32
5.1 <i>Composición nutricional de FVH</i>	32
5.2 <i>Rendimientos y parámetros de FVH</i>	37
5.3 <i>Necesidades nutritivas en las vacas</i>	38
5.4 <i>Experiencias de FVH con vacas</i>	39
IV. ESTUDIO EXPERIMENTAL.....	43
1. MATERIALES Y MÉTODOS DEL EXPERIMENTO.....	43
1.1 <i>Semilla</i>	43
1.2 <i>Métodos</i>	44
1.3 <i>Resultados</i>	46
1.4 <i>Discusión</i>	49
1.5 <i>Conclusiones y recomendaciones</i>	50
V. ESTUDIO FINANCIERO	51
1. INVERSIONES.....	51
1.1 <i>Depreciación de la inversión</i>	53
1.2 <i>Análisis de financiamiento</i>	54
2. ESTIMACIONES DE INGRESOS.....	54

2.1	<i>Venta de leche</i>	54
2.2	<i>Venta de vacas de descarte y terneros para carne</i>	55
3.	COSTOS DE PRODUCCIÓN	57
3.1	<i>Costos fijos y gastos administrativos</i>	57
3.2	<i>Costos variables</i>	58
3.3	<i>Capital de trabajo</i>	59
3.4	<i>Flujo de caja proyectado a 10 años</i>	60
3.5	<i>Estado pérdidas y ganancias</i>	61
3.6	<i>Punto de equilibrio</i>	61
3.7	<i>Análisis de rentabilidad</i>	62
VI.	CONCLUSIONES	63
VII.	RECOMENDACIONES	65
VIII.	BIBLIOGRAFÍA	66
IX.	ANEXOS	69

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA No 1:	PRODUCCIÓN MUNDIAL.....	5
TABLA No 2:	ESTADÍSTICAS NACIONALES EN LA PRODUCCIÓN REGIONAL DE LECHE.....	8
TABLA No 3:	PRODUCCIÓN DIARIA DE LECHE DE IMPORTANTES INDUSTRIAS.....	13
TABLA No 4:	DATOS ESTADÍSTICOS DE LA LECHE EN LOS PAÍSES VECINOS, 2005.....	15
TABLA No 5:	PRECIOS DE LECHE CRUDA PAGADOS EN FERIA AL PRODUCTOR DURANTE EL AÑO (2003 – 2005).....	16
TABLA No 6:	PRECIOS AL CONSUMIDOR DE ALGUNOS PRODUCTOS LÁCTEOS.....	17
TABLA No 7:	DENSIDAD DE SIEMBRA POR ESPECIE.....	24
TABLA No 8:	COMPOSICIÓN DE ELEMENTOS DE LOS TEJIDOS.....	33
TABLA No 9:	COMPOSICIÓN DE ELEMENTOS MINERALES.....	33
TABLA No 10:	COMPOSICIÓN DE VITAMINAS.....	34
TABLA No 11:	COMPOSICIÓN DE AMINOÁCIDOS EN GRAMOS POR 100 GRAMOS DE PRODUCTO.....	34
TABLA No 12:	ANÁLISIS PROXIMAL DEL SORGO HIDROPÓNICO*.....	35
TABLA No 13:	COMPARACIÓN DIFERENTES SEMILLAS PARA PRODUCIR FVH.....	36
TABLA No 14:	COMPARACIÓN DIFERENTES FORRAJES.....	37
TABLA No 15:	DOSIS DE FVH RECOMENDADA SEGÚN ESPECIE ANIMAL.....	41
TABLA No 16:	DIMENSIONES BANDEJAS.....	43
TABLA No 17:	TRATAMIENTOS.....	45
TABLA No 18:	RENDIMIENTO DE FVH FRESCO.....	46
TABLA No 19:	RENDIMIENTO DE FVH SECO.....	47
TABLA No 20:	ANÁLISIS DE VARIANCIA DEL RENDIMIENTO DE FVH SECO (ANEXO CÁLCULOS 2).....	48
TABLA No 21:	PRUEBA DE TUKEY PARA RENDIMIENTO DE FVH SECO AL 1% DE PROBABILIDAD.....	48
TABLA No 22:	ANÁLISIS DE PROTEÍNAS.....	49
TABLA No 23:	INVERSIÓN INICIAL.....	51
TABLA No 24:	DEPRECIACIÓN DE LA INVERSIÓN.....	53
TABLA No 25:	TABLA DE AMORTIZACIÓN ANUAL.....	54
TABLA No 26:	PARÁMETROS PRODUCCIÓN LECHE.....	55
TABLA No 27:	COSTOS FIJOS.....	57
TABLA No 28:	GASTOS ADMINISTRATIVOS.....	58
TABLA No 29:	COSTOS VARIABLES.....	58
TABLA No 30:	CÁLCULO CAPITAL DE TRABAJO.....	59
TABLA No 31:	FLUJO DE CAJA.....	60
TABLA No 32:	ESTADO DE PÉRDIDAS Y GANANCIAS.....	61
TABLA No 33:	PUNTO DE EQUILIBRIO.....	61
TABLA No 34:	ANÁLISIS DE RENTABILIDAD.....	62

ÍNDICE DE GRÁFICOS

GRÁFICO NO 1: TENDENCIA EN LA PRODUCCIÓN MUNDIAL DE LECHE.....	6
GRÁFICO NO 2: TENDENCIA EN LA PRODUCCIÓN DE LECHE ENTRE PAÍSES	6
GRÁFICO NO 3: TENDENCIA DEL PRECIO DE LA LECHE PAGADA AL PRODUCTOR DURANTE EL AÑO (2003 - 2005)	17
GRÁFICO NO 4: TENDENCIA PRECIOS CONSUMIDOR	18
GRÁFICO NO 5: CANALES DE DISTRIBUCIÓN	19
GRÁFICO NO 6 CANTIDAD DE GRASA EN EL ENSAYO DE PRODUCCIÓN LECHERA	40
GRÁFICO NO 7: ENSAYO DE PRODUCCIÓN LECHERA	40
GRÁFICO NO 8: REPRESENTACIÓN GRÁFICA DE LA PRODUCCIÓN DE FVH FRESCO A LO LARGO DE DIEZ DÍAS .	47